IUCN-SSC Crocodile Specialist Group

Student Research Assistance Scheme (SRAS)

FINAL REPORT

Project Title: Population dynamics of *Caiman latirostris*: Development of a model for its conservation, incorporating possible scenarios of climate change and sustainable use.

Student: Biol. Evangelina V. Viotto (CICyTTP – CONICET- Proyecto Yacaré)

Supervisor: Dr. Carlos Ignacio Piña (CONICET Researcher)

CSG Member: Dr. Melina Soledad Simoncini (CONICET Researcher)

Abstract

To know winter survival and movement of *Caiman latirostris* hatchlings (CI <25 cm SVL) we released 18 animals (15.5 ± 1.1 cm SVL) with radio transmitters in Santa Fe province, Argentina. We recorded the location of each transmitter, assigning each encounter to one of the following categories: Alive, Dead, Unseen, or Transmitter without the animal (TW). In a 106-day interval, we made six field trips, finding 55.5% of the individuals dead and 44.5% TW. We used the Kaplan-Meier test to evaluate survival under four possible scenarios, depending on whether each TW was taken as if the individual had been Alive or Dead: E1, all alive; E2: seven alive (all TW except the individual whose transmitter we found outside the lagoon); E3: two alive (transmitters without marked scratches on their carcass); and E4: all dead. Although we could not find any individual alive, the estimated survival probability for E1 was 38 ± 13%, for E2 35 ± 12%, for E3 11 ± 7%, and for E4 0%. Caiman movements were heterogeneous: while five individuals remained close (between 0-30 m) to the release site, the rest firstly moved between 80-247 m and afterwards their displacements were circumscribed within a small area. Although we can only ascertain for those killed by thermal stress (38%), it is most plausible that, including predation and taking E3 as reference, survival is around 11%. However, considering that we have only evaluated a portion of the first year, and the animals were kept in captivity for 2.5 months, the first-year mortality may be higher. Our findings regarding the mobility of CI show the necessity to thoroughly evaluate in advance the suitability of sites where hatchlings are planned to be released, to maximize their survival in the long-term, as they do not move too much.

La beca actual otorgada por el CSG me permitió llevar a cabo parte de los trabajos relacionados con mis estudios de doctorado en biología que estoy cursando. Esperábamos poder presentar los resultados de esta investigación en la 26ª Reunión del Grupo de Especialistas en Cocodrilos (México 2020), momentáneamente suspendida. Con esta beca fue posible realizar la campaña 2018 de este trabajo, y pudimos replicar el trabajo nuevamente en 2019 con fondos otorgados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT Piña N2138 y PICT Simoncini N 2212) en conjunto con fondos de la Universidad Autónoma de Entre Ríos.

Justificación

Las poblaciones de *Caiman latirostris* en la provincia de Santa Fe (Argentina), se encuentran en el límite austral de su distribución, en donde una de las mayores limitantes es la marcada estacionalidad, con descenso de temperatura durante el invierno (Simoncini et al. 2009). Las bajas temperaturas condicionan las actividades de estos animales (por ejemplo: movimiento,

alimentación), afectando parámetros poblacionales como la supervivencia, especialmente en las crías. Este estadio en los cocodrilianos es crítico, debido a que por su pequeño tamaño tienen mayor probabilidad de ser predados (Somaweera et al. 2013) y son propensos a morir por estrés térmico debido a las bajas temperaturas del invierno y heladas invernales (Larriera y Imhof 2006; Wood y Page 2017).

Para *C. latirostris* se desconoce la cantidad de individuos que mueren durante las primeras etapas de su vida, superando el primer invierno. De hecho, el porcentaje de reintroducción (10%) de Proyecto Yacaré (Santa Fe, Argentina) se estimó como el doble de los animales que sobrevivirían en el primer año de vida, en otras especies de cocodrilianos (Larriera y Imhof 2006). La ausencia de datos de supervivencia en la especie se debe a los hábitos crípticos que esta posee, utilizar lugares de difícil acceso, lo que complica el seguimiento de los neonatos a campo. Como consecuencia, no son viables las técnicas convencionales de estudio, lo que llevó a plantear la implementación de la radiotelemetría para localizar los individuos en campo y evaluar su supervivencia.

La radiotelemetría es una técnica basada en el uso de transmisores que emiten ondas electromagnéticas de alta frecuencia (VHF) hasta un receptor (Gallina-Tessaro and López-González 2011). En estudios de vida silvestre ese transmisor es colocado sobre los individuos que se desea seguir, permitiendo responder preguntas relacionadas a su movimiento, *home-range*, uso de hábitat, además de ser una técnica muy utilizada para recopilar datos de supervivencia en grupos observacionales (Hagen et al. 2001).

En este estudio nos propusimos instalar radio-transmisores a crías de *Caiman latirostris* para determinar: 1) La supervivencia de los neonatos de *C. latirostris* al primer invierno; y 2) El *Home range* de los neonatos de *C. latirostris*. Los datos generados nos permitirían no sólo conocer el porcentaje de supervivencia de los neonatos durante el primer año de vida (posterior al primer invierno), que será incorporado en el modelo de dinámica poblacional de *Caiman latirostris*, brindando información de importancia para establecer la cantidad de individuos a reintroducir a futuro por el Proyecto Yacaré.

Objetivo general de trabajo:

- Conocer aspectos de la autoecología de crías de *C. latirostris* durante el primer invierno

Objetivos específicos del trabajo

1) Estimar la supervivencia de las crías de *C. latirostris* al primer invierno.
2) Evaluar el *Home Range* de las crías de *C. latirostris,* y los ambientes que utilizan.

<u>Metodología</u>

Seleccionamos 18 individuos (de más de 80 g) nacidos en el marco del Proyecto Yacaré durante marzo 2018, provenientes de la Reserva Natural Manejada "El Fisco" (reconocidos por sus verticilos caudales, que fueron marcados al nacer según el número de nido y la procedencia). Implantamos un transmisor en cada uno de estos animales, modelo A1080 de la empresa ATS (3.9 g, máximo de 441 días de duración de batería, ancho 13mm, largo 24 mm). Estos dispositivos operan en una frecuencia de 148 a 149 Hz y ninguno supera el 5% del peso de los animales liberados (tabla 1). Hasta el momento de implantación, los animales se encontraban en condiciones de cautiverio en las instalaciones de Proyecto Yacaré.

Una vez seleccionados los animales instalamos los transmisores en la región nucal (Fig. 1), para lo cual primero los inmovilizamos y cubrimos sus ojos. Posteriormente inyectamos anestesia local

(lidocaína al 1%, 2-3 g por peso vivo), desinfectamos la zona nucal con yodopovidona e introdujimos subcutáneamente 2 hilos de plástico, los que fueron sujetos con grampas. Previo a la sujeción colocamos una fina capa de pegamento epoxi entre el equipo y la zona nucal para que no hubiese fricción. Después de la intervención, mantuvimos los animales a una temperatura entre 20 y 22°C para su recuperación, por un periodo de 7 días. Durante los siguientes 15 días aclimatamos los animales paulatinamente a la temperatura ambiente, para que el cambio de temperatura no generase un shock térmico. Todos los procedimientos quirúrgicos se realizaron por un médico veterinario.

El día 4 de junio de 2018 liberamos de los animales en la Reserva Manejada El Fisco (San Cristóbal, Santa Fe). Para ello, los dividimos en 3 grupos de 6 individuos cada uno y los reintrodujimos en 3 sitios (Fig. 2). Con el objeto de registrar la temperatura ambiente y del agua, se colocaron 2 termómetros *data loggers* en tubos de PVC sellados, uno en la sombra en el sitio de estudio y el otro inmerso en el agua de la laguna. Debido a que el termómetro colocado en el agua dejó de funcionar a la semana de comenzado el trabajo, en este informe sólo se presentan los datos de temperatura bajo la sombra.



Fig. 1: Liberación de los animales con su respectivo transmisor, en el sitio 2.

Durante los primeros tres días (posteriores a la liberación), monitoreamos cada individuo para observar el uso del espacio y repetimos este procedimiento al día siete y catorce. De esta manera, se puso a prueba la técnica de registro y búsqueda de los animales. Seguimos a los individuos con frecuencia mensual, excepto cuando hubo descensos bruscos de temperatura, en esas ocasiones en las que viajamos a campo los días posteriores. El período máximo de seguimiento planteado era de seis meses o hasta el deceso de todos los animales. Realizamos búsquedas activas en horario de asoleamiento (aproximadamente entre las 11 am y las 5 pm) para determinar su estado: vivo, muerto, no visto, o transmisor suelto. Registramos las coordenadas geográficas en cada detección. Si bien nos acercamos a los animales, en ningún momento se los capturó o manipuló.



Fig. 2: Imagen obtenida de Google Earth laguna en la Reserva Manejada "El Fisco", los tres sitios marcados corresponden a los lugares de liberación.

Para este informe presentamos datos preliminares del análisis de supervivencia usando el test no paramétrico de Kaplan-Meier, implementado en R (R CoreTeam 2019) del paquete survival (Therneau y Lumley 2015). Consideramos el tiempo que estuvo cada animal en vida libre hasta que fue encontrado muerto, o perdió el transmisor (TP). En este último caso, el análisis lo toma como dato censurado, es decir con la misma probabilidad de estar vivo que muerto. Por otra parte, y debido a la gran cantidad de animales TP, planteamos cuatro escenarios posibles de supervivencia: Escenario 1: (ocho vivos), es el más conservador y considera que los animales TP están vivos; Escenario 2: (siete vivos), incluye como muerto el individuo que llevaba el transmisor encontrado al borde de la laguna (a 30 cm del agua), ya que es poco probable que el animal haya llegado solo al sitio donde lo encontramos; Escenario 3: (dos vivos): pone en categoría de "muerto" a los TP cuyos aparatos tenían marcas fuertes sobre la resina; y Escenario 4: toma a todos los animales TP muertos.

Hicimos pruebas para evaluar la resistencia de la piel en los puntos de sutura. Para ello utilizamos animales muertos del Proyecto Yacaré, de tamaño similar a los del estudio. Colocamos a cada uno de ellos un transmisor modelo (realizado con masilla epóxica) fijado con los dos puntos de sutura enganchamos con un dinamómetro y tiramos de él, dejando el individuo fijo hasta arrancar el transmisor y la fuerza necesaria para arrancar cada punto resultó ser 3.7 ± 1.5 kg.

En 2019 repetimos el estudio con animales de Clase I (<50 cm LHC) nacidos en 2019. Si bien estos datos aún están en proceso podemos mencionar que estos individuos tienen una media mayor, tanto en peso como largo hocico cloaca (LHC) (Tabla 1). Por otra parte, en esta temporada intervenimos un total de 36 animales, 18 con transmisores y otros 18 con "modelos de transmisores" realizados de masilla epóxica (siendo del mismo tamaño y peso que los transmisores colocados). Este último grupo funcionan como grupo control, y son mantenidos en las instalaciones de Proyecto Yacaré, donde se los controlará a fin de evaluar la supervivencia y si conservan el transmisor.

Tabla 1: Tamaño LHC y peso de los animales de este estudio (medio, máximo, y mínimo). D.E: Desvío estándar.

		LHC (D.E.) cm	Peso corporal (D.E.) g
2018	Media	15.6 (0.7)	102 (23.8)
	MAX	18	122
	MIN	13	83
2019	Media	17.5 (0.9)	164.75 (24.31)
	MAX	19	200
	MIN	16	131

Primeros resultados:

La campaña 2018 tuvo una duración de un total de 106 días, en los que realizamos seis viajes de seguimiento, en donde recuperamos el 100% de los equipos. De los 18 animales liberados encontramos diez muertos y los ocho restantes corresponden a la categoría TP. De este último grupo, un transmisor fue encontrado fuera de la laguna (sobre el pasto). Debido al comportamiento de estos animales, consideramos improbable que se le haya desprendido solo, sino que lo más probable es que yacaré haya sido predado. El porcentaje de decesos registrados es 55.5% y el de perdidos fue 44.5%. En el sitio 3 se registró el menor TP (tabla 2), con el 100% de los animales encontrados muertos, y en el sitio 1 la mayor TP (83%). Si bien no se pudo rescatar ningún individuo, se estimó que la probabilidad de supervivencia es del 38% para el escenario 1 (siendo el más conservador), mientras que para el escenario 2 es de 35%, el escenario 3 del 11%, y 0% para el escenario 4 (Fig. 3). Todos los animales mantenidos en las inmediaciones de Proyecto Yacaré mantuvieron sus transmisores.

Tabla 2: Porcentaje de animales muertos y de transmisores sueltos por sitio.

Sitio	% Suelto	% Muertos
1	17%	83%
2	33%	67%
3	100%	0%



Fig. 2: Animales marcados y liberados con transmisor en vida silvestre: a) bajo el agua b) asoleándose sobre totoras.

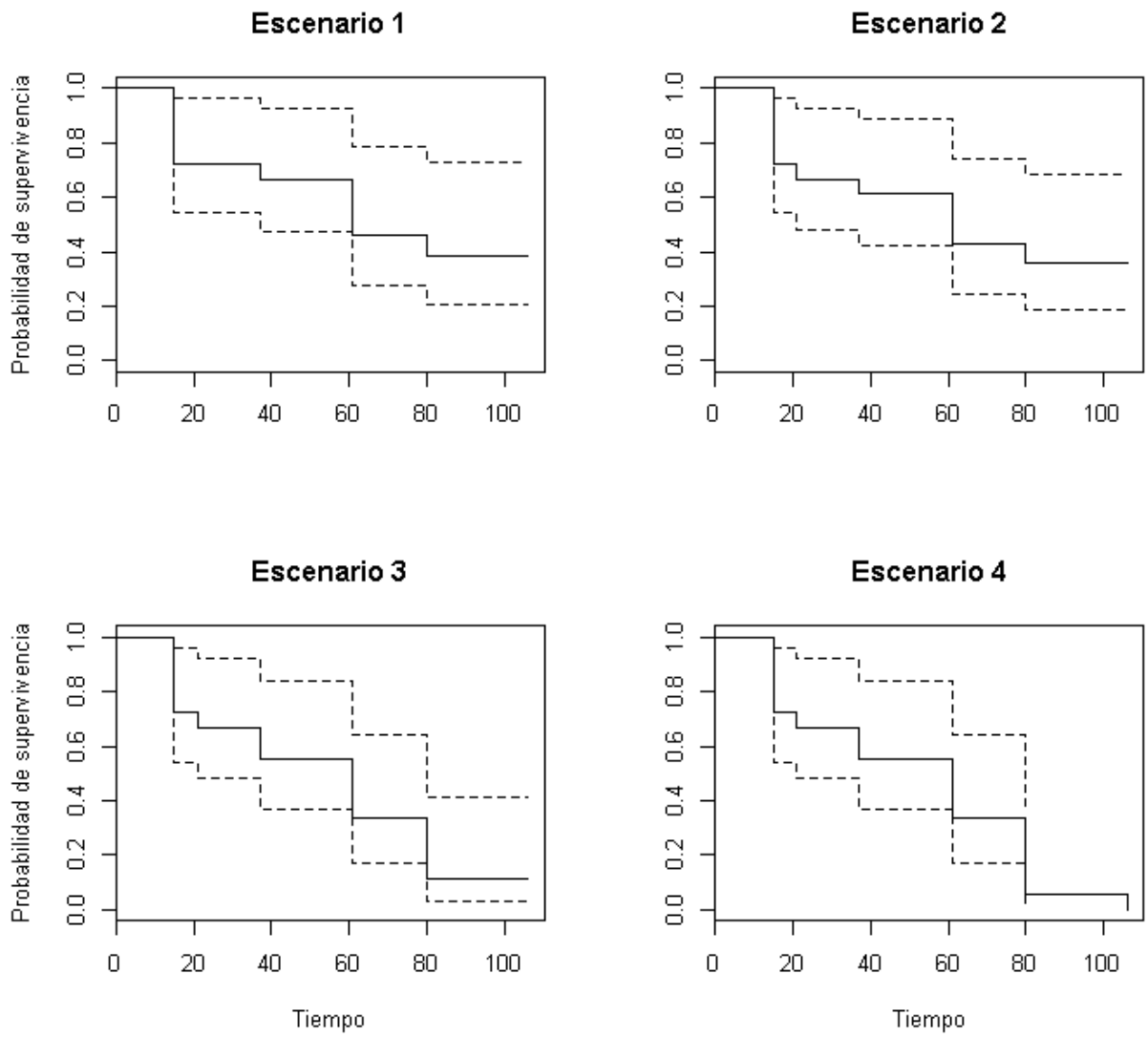


Fig. 3: Curva de supervivencia estimada por el Análisis Kaplan-Meier, para los cuatro escenarios; línea continua la probabilidad de supervivencia en función del tiempo y en líneas punteadas los intervalos de confianza.

El movimiento de los individuos en el espacio fue heterogéneo. Cinco animales (27%) permanecieron próximos al sitio donde los liberamos (entre 0 a 30 m), mientras que los restantes se movieron más de 80 m en total, con un máximo de 247 m (Fig. 4: 1, 2 y 3). Registramos el mayor movimiento dentro de los primeros 37 días después de la liberación. En los 15 días iniciales encontramos que se habían trasladado en promedio 82.6 ± 58.2 m (14 animales de 17 vivos, se habían desplazado); en los siguientes 22 días la media fue 54.8 ± 47.7 m (12 animales en movimiento, de 14 vivos) (Tabla 3).

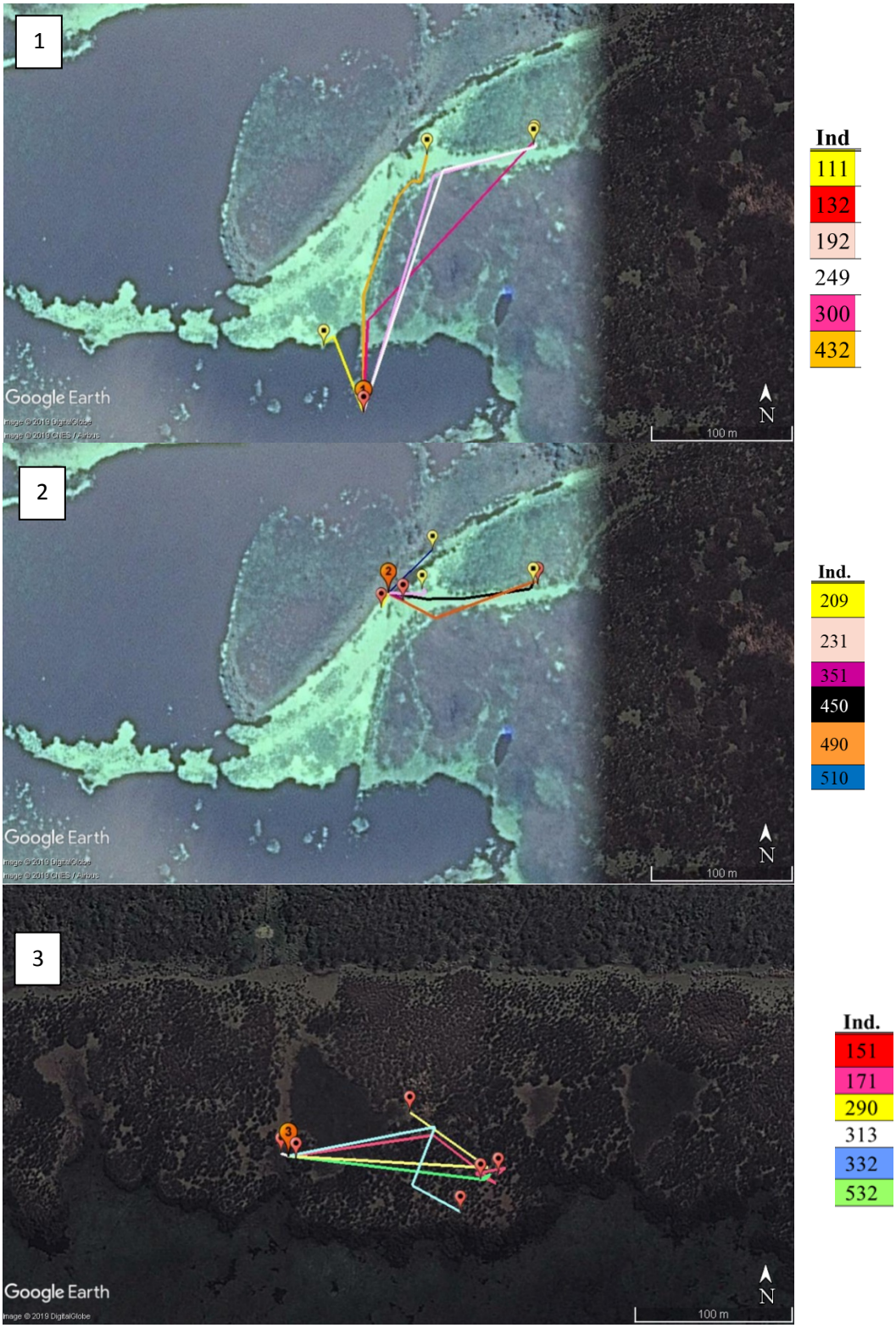


Fig. 4: Trayectoria de cada uno de los individuos liberados en cada sitio. Cada línea representa el movimiento de cada animal en el espacio, de acuerdo al color y número de transmisor. 1) Imagen satelital del sitio 1; 2) Imagen satelital del sitio 2; 3) Imagen satelital del sitio 3. La tabla de colores sobre margen derecho está representa cada frecuencia usada.

Tabla 3. Estado de cada individuo, según la cantidad de días desde que comenzó el experimento. Los valores dentro de cada casillero corresponden a los metros que se desplazó cada animal entre campañas; cada individuo está representado por su frecuencia de búsqueda. El patrón de colores corresponde al estado en que se encontró el animal: Verde= Vivo; Rojo= Muerto; Amarillo= "Perdido" y Azul= No visto. El asterisco señala el transmisor encontrado suelto sobre el pasto a la orilla de la laguna.

		Cantidad de Días/Movimiento						
Ind	**Sitio**	**15**	**21**	**37**	**61**	**80**	**106**	**Mov total (m)**
111	1		71	9				**80**
132	1							
192	1		172	73	0	0		**245**
249	1		179	68	0	0		**247**
300	1		64	170	0	0		**234**
432	1		85	73	14	7	18	**197**
209	2		11	0				**11**
231	2		27	3				**30**
351	2		0	0	0	0		**0**
450	2		25	27	50	49		**151**
490	2		37	76	3			**116**
510	2		*					**0**
151	3		0	0	0	0		**0**
171	3		136	13	19	6		**155**
290	3		126	61				**187**
313	3		5	0	0			**5**
332	3		94	80	35			**209**
532	3		125	5	8			**138**

Primeras conclusiones:

En el primer año de trabajo, encontramos una gran cantidad (8 de 18) de transmisores sueltos (sin el animal). La pérdida puede deberse a que estos individuos fueron predados (y por lo tanto también estarían muertos) o a que se les desprendió el transmisor y entonces los individuos seguirían vivos en la naturaleza. Analizando el estado de los equipos, podemos categorizar como predados algunos animales, debido a que seis de ocho transmisores TP tenían marcas sobre la resina. Si bien no pudimos determinar a qué predador corresponderían dichas marcas, éstas no son consistentes con el daño por simple roce con la vegetación. Otra evidencia es que los equipos mantenían los hilos de las suturas intactos, señal de que el animal debió rasgar su piel para liberarse del transmisor. Dado que es necesario al menos 3 kg de fuerza para arrancar un punto de sutura, es improbable que un animal de ese tamaño, y en el agua, pueda aplicar dicha fuerza en caso de estar retenido por la vegetación.

Debido a no tener la certeza sobre lo ocurrido con estos individuos, es que analizamos los 4 escenarios. En este contexto, el primero es poco verosímil, ya que implica que sólo pueden morir de frío; el segundo es más probable, aunque incorpora sólo uno de los animales que podría haber sido predado. En consecuencia, el escenario más plausible es el 3, que estima una supervivencia del 11%. Este valor se encuentra dentro del rango reportado para el primer año de vida de otras especies, como por ejemplo *Crocodylus porosus* en la región norte de Australia (supervivencia en primer año del 12%, Webb y Manolis 1993). Debemos destacar que este estudio refleja la supervivencia a los 106 días, durante el periodo frío, por lo que esperaríamos que en todo el primer año la mortandad de animales sea mayor. Quizás el valor real sea próximo a lo reportado para *Gavialis gangeticus* en India, donde su supervivencia oscila entre el 6.6 al 8.8% en el primer año (Hussain 1999). Por otra parte, en base a la cantidad de animales marcados con transmisor, nuestro análisis sólo puede detectar hasta un mínimo de 5.5% de supervivencia, y quizás esto esté afectando también nuestra estimación.

El movimiento de los animales en el sitio fue escaso en la temporada invernal. El patrón observado indicaría que, una vez elegido el sitio, tienden a permanecer allí. De hecho, cinco de los doce animales (dos animales liberados en el sitio 1 y tres del sitio 2) se juntaron y continuaron así por un periodo de 69 días (en un área no mayor a 1 m^2). Esto es similar al comportamiento de mantenerse agrupados que presentan a esta edad. Si bien los animales aquí se movieron poco, el reporte para *Alligator mississippiensis* es aún menor (casi nulo) para individuos de un año de edad (Wood y Page 2017). Dicho estudio se realizó con animales de uno y dos años en el estado de Oklahoma, donde la temperatura llega a descender hasta -15°C en invierno y el agua llega a congelarse. Además, observaron que a mayor tamaño aumentaba el movimiento en el espacio. Esta relación posiblemente se dé también en *C. latirostris*, de hecho, encontraron que las hembras adultas en épocas no reproductivas (en el Fisco, con seguimiento diario), tenían un Home-Range de 127 ± 41.5 m/día (Portelinha 2016). Es necesario considerar que estos animales eran aproximadamente 6 veces más grandes que los CI aquí estudiados, siendo lógico que tuviesen mayor requerimiento del hábitat y por lo tanto su uso del espacio fuese mayor.

Bibliografía:

Gallina-Tessaro, S., y C. López-González. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. (http:www.uaq.mx).

Hagen, C.A., B.K. Sandercock, J.C. Pitman, R.J. Robel, y R.D. Applegate. 2001. Radiotelemetry survival estimates of Lesser Prairie-Chickens in Kansas: Are there transmitter biases ? Wildlife Society Bulletin 34: 1064-1069.

Hussain, S.A. 1999. Reproductive success , hatchling survival and rate of increase of gharial *Gavialis gangeticus* in National Chambal Sanctuary, India. 87: 261-268.

Larriera, A., y A. Imhof. 2006. Proyecto Yacaré. Cosecha de huevos para cría en granjas del género *Caiman* en la Argentina. Pp. 51-64 *in* M.L. Bolkovic and D. Ramadori, editors. Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina Programas de uso Sustentable. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable: Buenos Aires.

Portelinha, T.C.G. 2016. Área de vida, uso de hábitat y ciclo reproductivo de *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) en la provincia de Santa Fe, Argentina. 137Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Simoncini, M.S., C.I. Piña, y P.A. Siroski. 2009. Clutch size of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae) varies on a latitudinal gradient. North-Western Journal of Zoology 5: 191-196.

Somaweera, R., M. Brien, y R. Shine. 2013. The role of predation in shaping crocodilian natural history. Herpetological Monographs 27: 23.

Team, R.C. 2019. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>.

Therneau, T. 2015. A package for survival analysis in S.version 2.38. <url:%0Ahttps://CRAN.R-project.org/package=survival>.

Webb, G.J.W., y S.C. Manolis. 1993. Conserving Australia's crocodiles through commercial incentives. Pp. 250-256 *in* D. Lunney and D. Ayers, editors. Herpetology in Australia: A Diverse Discipline. Transactions of the Royal Zoological Society of NSW: Sydney.

Wood, J., y R.B. Page. 2017. Movement and overwinter survival of released captive-raised juvenile American alligators (*Alligator mississipiensis*) in southeastern Oklahoma, USA. Herpetological Review 48(2): 293-299.