

Intervalo de referencia y cambios fisiológicos del lipidograma de *Caiman latirostris* y *Caiman yacare*

Barboza, Noelia N. - Mussart, Norma B. - Prado, Walter - Fioranelli, Santiago A. - Coppo, José A.

Cátedra de Fisiología - Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE.

Sargento Cabral 2139 - (3400) Corrientes - Argentina.

Tel./Fax: +54 (03783) 425753 - E-mail: jcoppo@vet.unne.edu.ar

ANTECEDENTES

Los caimanes constituyen una importante fuente de ingreso para las economías regionales, a través del aprovechamiento de su cuero y carne (Waller y Micucci, 1993).

El cuero es indudablemente el producto más valioso de los cocodrilos (Micucci y Waller, 1995). El valor de la carne de estos reptiles no es despreciable. En Brasil, actualmente la carne de yacaré es utilizada para la elaboración de productos no embutidos, como conservas (en lata), carne "curada" (cocida o ahumada) y hamburguesas (Romanelli *et al.*, 2002).

En los criaderos, los yacarés son alimentados con mezclas balanceadas con niveles de proteínas cercanos al 40% (Prado *et al.*, 2005).

Los caimanes mantenidos en cautiverio generalmente consumen dietas ricas en ácidos grasos saturados, siendo frecuentes las esteatitis, deficiencias de vitamina E y obesidad, apareadas a trastornos reproductivos (Lance *et al.*, 1995).

Los valores bioquímicos son útiles para evaluar el estado fisiológico de los reptiles, detectar precozmente la aparición de enfermedades (Uhart *et al.*, 2001) y mejorar la alimentación de los yacarés en cautiverio. Los parámetros lipídicos del plasma generalmente son más altos en animales cautivos que en individuos de vida libre (Ferreira y Uhart, 2001).

El propósito de este trabajo fue obtener valores de referencia y variaciones fisiológicas de los parámetros lipídicos del suero de ejemplares subadultos de *Caiman latirostris* y *Caiman yacare*, atribuibles a la especie, sexo, peso, dimensiones, alimentación y época del año, con miras a optimizar el sistema de cría en cautiverio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sujetos experimentales. A lo largo de 2 años de estudios, se utilizaron en total 223 ejemplares de *Caiman sp.* clínicamente sanos (109 *C. latirostris* y 114 *C. yacare*), aproximadamente 50% de cada sexo (104 machos y 119 hembras). Se trató de animales subadultos (Waller y Micucci, 1993), con edades de 1-5 años, pesos de 2-7 kg y longitudes de 80-130 cm. En su gran mayoría (n=194), los caimanes estaban alojados en el criadero "El Cachapé", ruta provincial N° 90, a 13 km de La Eduvigis, Chaco (establecimiento privado incorporado al Programa de Refugios de la Fundación Vida Silvestre Argentina), tres veces por semana eran alimentados *ad libitum* con harina de carne suplementada con vitaminas y minerales; esporádicamente recibían vísceras bovinas. Los restantes (n=29) eran reptiles del Zoológico de la Ciudad de Corrientes (Direc. Prov. de Flora y Fauna) que fueron alimentados con vísceras de pollo, pescado y -ocasionalmente- carne de vacuno.

Toma de muestras. Los estudios morfométricos y las extracciones de sangre se efectuaron 4 veces por año, en cada una de las estaciones, en horario matutino (8-9 AM) y bajo ayuno de 12 horas, sin emplear anestésicos ni tranquilizantes. Para los parámetros morfométricos se utilizaron cinta métrica metálica y balanza portátil colgable. Para el análisis de los analitos relacionados con el metabolismo lipídico se utilizó sangre del seno venoso occipital, el suero fue separado del coágulo antes de las tres horas de extracción.

Determinaciones de laboratorio. Las determinaciones espectrofotométricas se realizaron con técnicas convencionales (reactivos del Laboratorio Wiener): determinaciones de colesterol total (técnica de la oxidasa-peroxidasa), triglicéridos (lipasa-peroxidasa) y colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) y baja densidad (C-LDL) por precipitación selectiva de las lipoproteínas (fosfotungstato y polivinilo respectivamente), con ulterior valoración fotométrica por la técnica enzimática citada. Mediante electroforesis en soporte de gel de agarosa (Sigma), con buffer de veronal y coloración Fat Red 7-B (Biopur) se separaron las fracciones lipoproteicas (α y β), que fueron luego cuantificadas en un densitómetro Citocon CT-440 automático, provisto de impresora de curvas y valores. Las determinaciones bioquímicas se efectuaron bajo control de calidad intralaboratorial (Standatrol).

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (Coppo, 2005), donde las variables independientes fueron la especie, sexo, época del año y lugar de origen. En base al peso vivo y longitud de los reptiles se partitionaron 3 grupos etéreos. Las variables dependientes (cuantitativas continuas) fueron los valores del lipidograma. La normalidad distributiva fue verificada mediante el test de Wilk-Shapiro (WS). Las estadísticas paramétricas incluyeron: media aritmética (X) y desvío estándar (DE). La probabilidad fiducial fue evaluada mediante intervalos de confianza (IC±95%). El análisis de la variancia (ANOVA) se efectuó por modelo lineal a una vía, previa constatación de la homogeneidad de la variancia mediante test de Bartlett. En los casos en que el ANOVA resultó significativo ($p < 0,05$), se aplicó la prueba de comparación de medias (Tukey). El grado de asociación lineal se estableció por correlación (test de Pearson). Los análisis estadísticos se efectuaron con el auxilio de un programa informático (*Statistix 1996*). Para todas las inferencias se estipuló un $\alpha = 5\%$, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Valores globales obtenidos en ambas especies (n=223).

parámetros	X±DE	WS	IC±95%	rango
colesterol total (g/l)	0,40±0,11	0,934	0,36-0,42	0,10-1,16
triglicéridos (g/l)	0,49±0,14	0,926	0,44-0,54	0,10-1,44
colesterol de HDL (g/l)	0,05±0,02	0,911	0,04-0,06	0-0,26
colesterol de LDL (g/l)	0,20±0,09	0,914	0,15-0,24	0-0,37
lipoproteína α (%)	82,6±7,8	0,923	81,3-83,8	68-92
lipoproteína β (%)	17,4±3,3	0,923	16,2-18,4	8-32

X: media aritmética, DE: desvío estándar, WS: test de normalidad distributiva de Wilk-Shapiro (valor en Tabla W: 0,947 para $\alpha = 0,05$), IC±95%: intervalo de confianza del 95%.

En la **Tabla 1** se consignan los valores obtenidos para la totalidad de los yacarés estudiados. La distribución simétrica de los valores (WS), posibilitó el uso de estadísticas paramétricas. Los intervalos de confianza se ajustaron en cercanías de las medias aritméticas, pero los rangos individuales resultaron amplios, en coincidencia con reportes que aseveran la gran variabilidad de los analitos sanguíneos de reptiles, debido al sexo, tipo de alimentación y ambiente (Uhart *et al.*, 2001).

El valor de colesterol total obtenido para ambas especies de yacarés del nordeste argentino coincide con el reportado para *Alligator mississippiensis* (0,47 g/l) (Lance *et al.*, 1995) y con el hallado para *Paleosuchus trigonatus* (0,35 a 0,66 g/l) (Rojas y Chávez, 2005). Nuestro promedio no se aparta demasiado del comunicado para *Crocodylus niloticus* (0,62 g/l) (Watson, 1990) ni para *Crocodylus porosus* (0,11 a 0,72 g/l) (Rojas y Chávez, 2005). En cambio, en otras investigaciones se hallaron valores de colesterol total sorprendentemente dispares, tanto para *C. porosus* (0,08 a 7,78 g/l) (Millan *et al.*, 1997), *Paleosuchus palpebrosus* (0,68 a 3,44 g/l) (Rojas y Chávez, 2005) y *C. niloticus* (3,58 g/l) (Rojas y Chávez, 2005), (0,42 a 2,78 g/l) (Millan *et al.*, 1997) y (1,38 g/l) (Watson, 1990). Para *A. mississippiensis* se obtuvieron valores tan altos como 9,70 g/l (Lance *et al.*, 1995) y tan bajos como 0,75 a 0,84 g/l (Schoeb *et al.*, 2002), estos últimos en ejemplares de dudoso estado de salud.

Tabla 2. Valores obtenidos según especie.

parámetros	<i>C. latirostris</i> (n=109)		<i>C. yacare</i> (n=114)	
	X±DE	IC±95%	X±DE	IC±95%
colesterol total (g/l)	0,31±0,12 ^a	0,28-0,35	0,47±0,13 ^b	0,43-0,51
triglicéridos (g/l)	0,47±0,13	0,42-0,58	0,50±0,14	0,41-0,54
colesterol de HDL (g/l)	0,04±0,01	0,03-0,06	0,06±0,02	0,05-0,08
colesterol de LDL (g/l)	0,19±0,06	0,10-0,28	0,22±0,08	0,20-0,24
lipoproteína α (%)	82,8±6,9	80,7-84,9	82,3±7,2	80,9-83,7
lipoproteína β (%)	17,2±4,1	15,1-18,6	17,7±3,3	16,2-19,1

X: media aritmética, DE: desvío estándar, IC±95%: intervalo de confianza.

En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey, $p < 0,05$).

En la **Tabla 2** se muestran los estadígrafos de tendencia central, dispersión y confianza, desagregados por especie. El colesterol total fue significativamente más alto en *C. yacare* que en *C. latirostris*, a la inversa de lo reportado en otra comunicación, en *C. yacare* el valor de dicho parámetro resultó semejante al obtenido en otros trabajos sobre animales de la misma especie en cautiverio (0,42 g/l), aunque en ejemplares silvestres fue algo más alto (0,58 g/l) (Uhart *et al.*, 2001). Para *C. yacare* otras publicaciones reportan valores de 0,57 g/l y 1,03 g/l en reptiles cautivos y silvestres, respectivamente (Ferreira y Uhart, 2001). Para *C. latirostris*, los niveles de colesterol ligado a HDL y LDL obtenidos en otros estudios resultaron más elevados, de 0,48 y 1,24 g/l respectivamente (Tourn *et al.*, 1994). Para esta última especie, los valores de colesterol total hallados en la bibliografía también son más altos, de 1,02 g/l en cautiverio y 1,13

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

g/l en silvestres (Uhart *et al.*, 2001), de 0,72 g/l en cautiverio y 1,09 g/l en vida libre (Ferreya y Uhart, 2001) y 2,31 g/l en cautiverio, aunque en este caso se incluyeron ejemplares juveniles de menor peso y dimensiones (Tourn *et al.*, 1994).

Llamativamente, los valores de colesterol total obtenidos por otros investigadores sobre yacarés autóctonos, fueron más altos en ejemplares de vida libre (Ferreya y Uhart, 2001, Uhart *et al.*, 2001), en contraposición a hallazgos que aseveran que tanto el colesterol total como los triglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos libres y lípidos totales, son más altos en los reptiles cautivos, debido al cambio de alimentación (Lance *et al.*, 1995). No se hallaron trabajos que reporten tasas de lipoproteínas plasmáticas en yacarés.

Tabla 3. Variaciones según sexo, peso y longitud en ambas especies (X).

parámetros	sexo		peso (kg)			longitud total (cm)		
	macho	hembra	< 3,5	3,6-5,0	> 5	< 99	100-110	> 110
colesterol total (g/l)	0,43 ^a	0,35 ^b	0,47 ^a	0,36 ^b	0,35 ^b	0,45 ^a	0,37 ^b	0,36 ^b
triglicéridos (g/l)	0,48	0,49	0,51	0,48	0,46	0,53	0,49	0,48
colesterol HDL (g/l)	0,05	0,04	0,06 ^a	0,05 ^{ab}	0,03 ^b	0,05	0,05	0,04
colesterol LDL (g/l)	0,21	0,18	0,22	0,21	0,18	0,21	0,18	0,18
lipoproteína α (%)	82,4	83,1	84,6 ^a	83,1 ^{ab}	80,9 ^b	84,1 ^a	82,8 ^{ab}	78,9 ^b
lipoproteína β (%)	17,6	16,9	15,4 ^a	16,9 ^{ab}	19,1 ^b	15,9 ^a	17,2 ^{ab}	21,1 ^b

X: media aritmética. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey, $p < 0,05$).

En la **Tabla 3** se exponen los valores de ambas especies, discriminados según el sexo y las tres categorías etáreas establecidas según peso y longitud. Las diferencias de colesterol total entre machos y hembras fueron significativas, en discordancia con lo acontecido en *P. trigonatus* (Rojas y Chávez, 2005) y *C. palustris* (Stacy y Whitaker, 2000), donde no se registraron diferencias entre sexos en el estadio sub-adulto, aunque en ejemplares juveniles de la última especie, el colesterol total fue más alto en machos, en coincidencia con los resultados del presente estudio. Las diferencias significativas aquí registradas entre distintos grupos etáreas indican que, con excepción de la lipoproteína β , todos los parámetros del lipidograma revelaron tendencia decreciente conforme al aumento de la edad. Este hallazgo es concordante con la evolución de algunos lípidos séricos de *C. palustris*, donde las concentraciones de colesterol total fueron más altas en ejemplares juveniles y subadultos que en adultos, en tanto que los niveles de triglicéridos fueron más elevados en juveniles que en subadultos (Stacy y Whitaker, 2000). En muchos mamíferos tales cambios ocurren a la inversa (Coppo, 2001).

El test de Pearson reveló alto grado de asociación lineal ($p < 0,05$) entre el peso y variables como longitud total ($r = +0,90$), longitud hocico-cola ($r = +0,83$), longitud de cabeza ($r = +0,79$), ancho de cabeza ($r = +0,86$) y perímetro torácico ($r = +0,88$). Al considerar los grupos etáreas, el peso correlacionó negativamente con las concentraciones de colesterol total ($r = -0,91$), triglicéridos ($r = -0,94$), C-HDL ($r = -0,87$), C-LDL ($r = -0,84$) y lipoproteína α ($r = -0,89$), así como positivamente con lipoproteína β ($r = +0,90$). El aumento de longitud total también se asoció linealmente con las elevaciones de dichas variables lipídicas. Hubo correlación significativa entre los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol total ($r = +0,88$), entre C-HDL y lipoproteína α ($r = +0,94$) y entre C-LDL y lipoproteína β ($r = -0,93$).

Tabla 4. Variaciones según época del año y alimentación en ambas especies (X).

parámetro	estación del año				alimentación	
	primavera	verano	otoño	invierno	criadero	zoológico
colesterol total (g/l)	0,41 ^a	0,51 ^{ab}	0,38 ^{ab}	0,25 ^b	0,39 ^a	0,51 ^b
triglicéridos (g/l)	0,57 ^a	0,72 ^b	0,34 ^c	0,23 ^d	0,48	0,53
colesterol de HDL (g/l)	0,07 ^a	0,07 ^a	0,02 ^b	0,02 ^b	0,03 ^a	0,08 ^b
colesterol de LDL (g/l)	0,20	0,21	0,17	0,18	0,16 ^a	0,27 ^b
lipoproteína α (%)	82,3 ^a	77,8 ^b	85,0 ^a	83,8 ^a	83,5 ^a	78,3 ^b
lipoproteína β (%)	17,7 ^a	22,2 ^b	15,0 ^a	16,2 ^a	16,5 ^a	21,7 ^b

X: media aritmética. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey, $p < 0,05$).

En la **Tabla 4** se detallan los valores conjuntos de ambas especies, desagregados según estación del año y lugar de procedencia (distintos sistemas de alimentación y manejo). De su análisis surge que, con excepción de la lipoproteína α , los restantes valores del lipidograma fueron más altos en verano que en invierno. Coincidentemente, en ejemplares santafesinos de *C. latirostris*, de 2-4 años de edad, el colesterol ligado a HDL también fue más bajo en invierno que en verano, aunque el colesterol total registró cambios inversos (3 g/l en invierno y 1,53 g/l en verano) (Tourn *et al.*, 1994). La disminución invernal de los lípidos séricos aquí registrada sería congruente con la depleción de las reservas adiposas sufridas por los reptiles durante la letargia producida por el frío (Schoeb *et al.*, 2002). En su mayoría, los valores obtenidos en yacarés del zoológico fueron más altos que los registrados en el criadero, reafirmando el concepto de que la dieta afecta las concentraciones de los lípidos séricos (Gelman y Morpungo, 1994) y también la composición de la grasa corporal (Staton *et al.*, 1990).

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

CONCLUSIÓN

Se establecen, para ejemplares subadultos de *C. latirostris* y *C. yacare*, valores séricos de referencia para colesterol total, triglicéridos, C-HDL, C-LDL, lipoproteínas α y β .

BIBLIOGRAFÍA

- Coppo JA.** 2001. *Fisiología Comparada del Medio Interno*, Ed. Dunken, Buenos Aires, p. 212-216.
- Coppo JA.** 2005. *Fundamentos y Metodología de la Investigación Científica*, Ed. Moglia, Corrientes, tomo II, p. 241-251.
- Ferreyra H, Uhart M.** 2001. Evaluación y evolución del estado sanitario de *Caiman latirostris* y *Caiman yacare* en el Refugio El Cachapé. *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina* 55, Anexo III: 1-15.
- Gelman A, Morpurgo B.** 1994. The effect of diet on the plasma cholesterol and plasma fatty acids levels of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus*. *Isr J Zool* 40: 94-96.
- Lance VA, Morici LA, Elsey RM, Lund ED, Place AR.** 2001. Hyperlipidemia and reproductive failure in captive-reared alligators: vitamin E, vitamin A, plasma lipids, fatty acids, and steroid hormones. *Comp Biochem Physiol* 128: 285-294.
- Micucci PA, Waller T.** 1995. *Los yacarés en Argentina: hacia un aprovechamiento sustentable*, Ed. Fundación Banco Bica, Santa Fe (Argentina), p. 81-112.
- Millan JM, Janmaat A, Richardson KC, Chambers LK, Formiatti KR.** 1997. Reference ranges for biochemical and haematological values in farmed saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*) yearlings. *Aust Vet J* 75: 814-817.
- Prado WS, Gómez O, Balla P.** 2001. Crianza en cautiverio y reintroducción de individuos (*C. latirostris* y *C. yacare*). *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina* 55: 26-38.
- Rojas G, Chávez IG.** 2005. Valores bioquímicos séricos del caimán de frente lisa (*Paleosuchus trigonatus*, Schneider 1801) mantenido en cautiverio en Perú. *Proceedings Reunión Regional de Especialistas en Cocodrilos*, Santa Fe (Argentina), p. 261-266.
- Romanelli PF, Caseri R, Lopes-Filho JF.** 2002. Meat processing of pantanal alligator (*Caiman crocodilus yacare*). *Cienc Tecnol Aliment* 22: 70-75.
- Schoeb TR, Heaton-Jones TG, Clemmons RM, Carbonneau DA, Woodward AR, Shelton D, Poppenga RH.** 2002. Clinical and necropsy findings associated with increased mortality among american alligators of Lake Griffin, Florida. *J Wildl Dis* 38: 320-337.
- Stacy BA, Whitaker N.** 2000. Hematology and blood biochemistry of captive mugger crocodiles (*Crocodylus palustris*). *J Zoo Wildl Med* 31: 339-347.
- Staton MA, Edwards HM, Brisbin IL, Joanen T, Mcnease L.** 1990. Essential fatty acid nutrition of the American alligator, *Alligator mississippiensis*. *J Nutr* 120: 674-685.
- Tourn S, Imhof A, Costa A, Von Finck C, Larriera A.** 1994. Colecta de sangre y procesamiento de muestras en *Caiman latirostris*. *Memorias del IV Workshop sobre Conservación y Manejo del Yacaré Overo*, Santo Tomé (Santa Fe, Argentina), p. 25-30.
- Uhart M, Prado W, Beldoménico P, Rossetti C, Ferreyra Armas MC, Martínez A, Bardón JC, Avilés G, Karesh W.** 2001. Estudios sanitarios comparativos de yacarés (*Caiman latirostris* y *Caiman yacare*) silvestres y cautivos. *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina* 55: 39-50.
- Waller T, Micucci PA.** 1993. Relevamiento de la distribución, hábitat y abundancia de los crocodilios de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Memorias de la Ira. Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos*, Santa Marta (Colombia), p. 341-385.
- Watson PA.** 1990. Effects of blasting on Nile crocodiles, *Crocodylus niloticus*. *Proceedings of the 10th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group IUCN*, Gainsville, Florida, p. 240-252.