

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

Influencia de la especie, sexo, edad, alimentación y temperatura ambiental sobre los electrolitos séricos de caimanes autóctonos

Barboza, Noelia N. - Mussart, Norma B. - Ortiz, Laura - Prado, Walter - 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

La población de yacarés en Argentina fue disminuyendo hasta la década de 1980, cuando se impusieron severos controles contra la caza furtiva. Hoy en día, estas medidas y la introducción de programas de cría como el sistema *ranching* posibilitan el aumento de su densidad poblacional (Waller y Micucci, 1993).

En los criaderos, los caimanes son alimentados con balanceado suplementado con minerales (Prado *et al.*, 2001). Los electrolitos son responsables de la osmolaridad del medio interno y sus desequilibrios originan graves enfermedades (Coppo, 2001). El conocimiento de las concentraciones de electrolitos séricos y sus variaciones fisiológicas es incompleto en los caimanes autóctonos.

Las deficiencias nutricionales de minerales son frecuentes en *Caiman latirostris* y *Caiman yacare* mantenidos en granjas (Ferreya y Uhart, 2001, Frye, 1994, Prado *et al.*, 2001). Los datos sobre concentraciones de electrolitos séricos en caimanes podrían ser útiles para optimizar el diagnóstico de sus disfunciones sanitarias y nutricionales (Uhart *et al.*, 2001). También podrían cooperar en la búsqueda de los verdaderos requerimientos nutricionales de estos reptiles en cautiverio.

El propósito de este estudio fue obtener valores de referencia de electrolitos séricos en ejemplares subadultos de *C. latirostris* y *C. yacare* mantenidos en cautiverio, así como variaciones fisiológicas atribuibles a la especie, sexo, peso, dimensiones, alimentación y época del año.

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", 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 (Dirección Provincial de Flora y Fauna), que fueron alimentados con vísceras de pollo, pescado y -ocasionalmente- carne de vacuno, sin suplementos. Para evaluar cambios atribuibles a la edad, los reptiles fueron divididos en 3 estadios de desarrollo, teniendo en cuenta el peso vivo y las dimensiones corporales.

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. El peso vivo se obtuvo en una balanza romana colgante y las dimensiones corporales se midieron con cinta métrica metálica. La extracción de sangre se realizó con jeringa y aguja, a partir del seno venoso postoccipital (Lane, 1996, Millan *et al.*, 1997), obteniéndose unos 5 ml por animal. La sangre fue centrifugada para obtener suero, el cual se mantuvo refrigerado a 5°C hasta su procesamiento en el laboratorio, realizado antes de las 3 horas de la extracción.

Determinaciones de laboratorio. Sodio y potasio fueron valorados por fotometría de llama (reactivos Biopur). El cobre fue medido por espectrofotometría de absorción atómica. Los restantes electrolitos fueron determinados por espectrofotometría (reactivos Wiener Lab): calcio (técnica de cresolfaleíncomplexona), fósforo inorgánico (fosfomolibdato) y magnesio (azul de xylydil). Todas las determinaciones bioquímicas se efectuaron bajo control de calidad intralaboratorial, utilizando patrones comerciales de comparación.

Análisis estadístico. 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 \pm 95%). El análisis de la variancia (ANOVA) se efectuó por modelo lineal a una vía, previa

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

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). La 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 $\alpha=5\%$, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Valores obtenidos en la población total estudiada (n = 223).

parámetros	X \pm SD	WS	IC \pm 95%	rango
Na (meq/l)	149,1 \pm 5,8	0,941	148,2 - 149,9	134 - 159
K (meq/l)	4,62 \pm 0,7	0,948	4,53 - 4,72	3,3 - 5,9
Ca (mg/dl)	9,07 \pm 0,8	0,952	8,95 - 9,19	7,80 - 11,22
P (mg/dl)	4,28 \pm 0,8	0,949	4,13 - 4,42	2,42 - 6,90
Mg (mg/dl)	2,62 \pm 0,31	0,993	2,57 - 2,66	1,90 - 3,36
Cu (ug/dl)	98,9 \pm 16,2	0,956	91,5 - 106,3	31 - 168

X: media aritmética, DE: desvío estándar, WS: test de normalidad distributiva (valor en Tabla W: 0,902 para $\alpha = 0,05$), IC \pm 95%: intervalo de confianza del 95%.

Las estadísticas descriptivas obtenidas para todos los caimanes estudiados se detallan en la **Tabla 1**. La distribución normal de los valores (WS) permitió el uso de estadísticas paramétricas. Los intervalos de confianza (IC) se ajustaron alrededor de las medias aritméticas (X). La dispersión fue moderada (DE), pero los rangos individuales fueron amplios.

El valor medio obtenido en el presente estudio para la natremia en *C. latirostris* y *C. yacare* fue similar al reportado para *Crocodylus niloticus* (154 mEq/l) (Watson, 1990), *Alligator mississippiensis* (148 mEq/l) (Stacy y Whitaker, 2002) y (141 mEq/l) (Stein, 1996), *Crocodylus porosus* (143-161 mEq/l) (Millan *et al.*, 1997) y *Crocodylus acutus* (149 mEq/l) (Stein, 1996). Los niveles de kalemia aquí obtenidos coincidieron con aquellos publicados para especímenes de *C. niloticus* (3,8 mEq/l) (Watson, 1990) y *A. mississippiensis* (4,1 mEq/l) (Stacy y Whitaker, 2002) y 3,8 mEq/l (Stein, 1996), pero fueron menores en *C. acutus* (7,9 mEq/l) (Stein, 1996) y en *C. porosus* (3,8-7,2 mEq/l) (Millan *et al.*, 1997). La calcemia de los caimanes aquí estudiados resultó ligeramente más baja que aquella reportada en especímenes de *C. niloticus* (11,88 mg/dl) (Watson, 1990) y *A. mississippiensis* (11,3 mg/dl) (Schoeb *et al.*, 2002) y 10,4 mg/dl (Foggin, 1987, Frye, 1994). Sin embargo, ella fue considerablemente más baja que aquellas obtenidas en *C. acutus* (13,6 mg/dl) (Watson, 1990) y *C. porosus* (9,64-13,8 mg/dl) (Millan *et al.*, 1997). La fosfatemia aquí registrada en *C. latirostris* y *C. yacare* resultó más baja que aquella obtenida en *A. mississippiensis* (8,2 \pm 2,2 mg/dl) (Schoeb *et al.*, 2002), *C. niloticus* (9,3 mg/dl) (Foggin, 1987) y *C. porosus* (3,7-8,9 mg/dl) (Millan *et al.*, 1997). En cambio, las concentraciones séricas de magnesio obtenidas en este estudio fueron aproximadamente concordantes con aquellas publicadas para *C. niloticus* (2,18 mg/dl) (Watson, 1990), *C. porosus* (1,94-3,40 mg/dl) (Millan *et al.*, 1997), *A. mississippiensis* (3,64 mg/dl) (Frye, 1994) y *C. acutus* (4,65 mg/dl) (Watson, 1990). No se hallaron datos sobre la cupremia en cocodrilos.

Tabla 2. Valores obtenidos en cada especie.

parámetros	<i>C. latirostris</i> (n = 109)		<i>C. yacare</i> (n = 114)	
	X \pm DS	IC \pm 95%	X \pm DS	IC \pm 95%
Na (meq/l)	149,4 \pm 5,6	148,3 - 150,6	148,7 \pm 6,1	147,5 - 149,9
K (meq/l)	4,75 \pm 0,6 ^a	4,61 - 4,88	4,91 \pm 0,7 ^b	4,36 - 4,64
Ca (mg/dl)	9,15 \pm 0,9	8,98 - 9,33	8,98 \pm 0,8	8,81 - 9,17
P (mg/dl)	4,22 \pm 0,8	4,01 - 4,43	4,32 \pm 0,9	4,12 - 4,53
Mg (mg/dl)	2,71 \pm 0,31 ^a	2,66 - 2,77	2,52 \pm 0,28 ^b	2,45 - 2,58
Cu (ug/dl)	95,1 \pm 14,2	84,2 - 103,9	103,5 \pm 15,9	93,1 - 115,7

X: media aritmética, DE: desvío estándar, IC \pm 95%: intervalo de confianza. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey, $p < 0,05$).

Los valores de electrolitos obtenidos en cada una de las especies estudiadas se muestran en la **Tabla 2**. Los niveles séricos de potasio fueron significativamente más altos en *C. yacare* y los de magnesio, en *C. latirostris* ($p < 0,05$).

Los datos aquí obtenidos sobre *C. latirostris* coinciden con los reportados sobre ejemplares juveniles de la misma especie para la natremia (150,8 mEq/l), pero difiere considerablemente para la kalemia (6,12 mEq/l), calcio (14,3 mg/dl) y fósforo inorgánico (9,58 mg/dl). Algunos valores de electrolitos aquí obtenidos en *C. yacare* son similares a los publicados sobre la misma especie por otros investigadores (sodio: 148,2 mEq/l; potasio: 4,58 mEq/l y fósforo inorgánico: 5,16 mg/dl) (Uhart *et al.*, 2001).

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

Las variaciones fisiológicas atribuibles a sexo y edad (grupos establecidos acorde al aumento de peso vivo y longitud total) son presentadas en la **Tabla 3**. Los valores séricos de magnesio fueron significativamente más altos en machos que en hembras. Calcio y fósforo inorgánico disminuyeron significativamente en función del aumento de la edad (aumento de peso y longitud).

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

parámetros	sexo		peso vivo (kg)			longitud total (cm)		
	macho	hembra	< 3,5	3,6-5,0	> 5	< 99	100-110	> 110
Na (meq/l)	148,7	149,9	150,0	149,3	148,2	150,1	149,5	146,7
K (meq/l)	4,54	4,68	4,64	4,56	4,67	4,66	4,59	4,62
Ca (mg/dl)	9,09	8,92	9,10 ^a	9,08 ^a	9,01 ^b	9,12 ^a	9,06 ^b	9,02 ^b
P (mg/dl)	4,29	4,26	4,42 ^a	4,37 ^a	4,09 ^b	4,50 ^a	4,38 ^a	4,01 ^b
Mg (mg/dl)	2,71 ^a	2,52 ^b	2,64	2,59	2,65	2,63	2,60	2,61
Cu (ug/dl)	102,0	97,8	98,2	99,3	98,5	99,8	101,5	95,6

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

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

La prueba de Pearson reveló alto grado de asociación lineal ($p > 0,05$) entre el peso vivo y variables como longitud total ($r=0,90$), longitud hocico-cloaca ($r=0,83$), longitud de cabeza ($r=0,79$), ancho de cabeza ($r=0,86$) y perímetro torácico ($r=0,88$). Considerando las fases de crecimiento, el peso vivo correlacionó con las concentraciones séricas de calcio ($r=0,88$), fósforo inorgánico ($r=0,92$) y sodio ($r=0,84$). El aumento de longitud total también correlacionó con los valores de tales electrolitos.

Las diferencias entre sexos fueron escasas en este estudio. Ejemplares subadultos de *Crocodylus palustris* tampoco registraron diferencias significativas entre sexos, aunque los valores séricos de calcio y potasio fueron mayores en machos juveniles que en hembras juveniles (Stacy y Whitaker, 2002).

Tabla 4. Variaciones según estación del año y sistema de alimentación en ambas especies (X)

parámetros	estación del año				alimentación	
	primavera	verano	otoño	invierno	criadero	zoológico
Na (meq/l)	149,7 ^a	151,4 ^a	146,8 ^b	146,2 ^b	149,8 ^a	145,4 ^b
K (meq/l)	5,02 ^a	4,85 ^a	4,38 ^b	4,04 ^b	4,59	4,65
Ca (mg/dl)	9,37 ^a	9,43 ^a	8,76 ^b	8,62 ^b	9,09	8,98
P (mg/dl)	4,59 ^a	4,70 ^a	4,22 ^b	3,61 ^c	4,31	4,25
Mg (mg/dl)	2,62 ^a	2,68 ^a	2,70 ^a	2,55 ^b	2,77 ^a	2,41 ^b
Cu (ug/dl)	110,2 ^a	125,1 ^a	103,4 ^a	66,5 ^b	113,7 ^a	88,5 ^b

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

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

Las variaciones de los electrolitos séricos durante las épocas del año y el sistema de alimentación y manejo se muestran en la **Tabla 4**. Los valores resultaron significativamente más bajos en invierno que en verano, a la vez que no se registraron diferencias significativas entre verano y primavera, quizás debido al cese del ingreso de minerales causado por la interrupción de la alimentación durante la estación fría (Lane, 1996). Los niveles de sodio, magnesio y cobre fueron significativamente más altos en los caimanes criados por sistema *ranching* que en aquellos alojados en el zoológico. Este hecho tal vez refleje deficiencias en la composición mineral de la dieta, en vista que los niveles séricos de minerales, especialmente de fósforo inorgánico, magnesio y cobre, son indicadores nutricionales que en los mamíferos varían según la cantidad ingresada con la dieta (Coppo, 2001).

Los valores bioquímicos pueden ser útiles para evaluar el estado fisiológico del caimán y descubrir precozmente sus enfermedades (Uhart *et al.*, 2001).

CONCLUSIÓN

Se establecen valores de referencia de electrolitos séricos en ejemplares subadultos cautivos de *C. latirostris* y *C. yacare*, así como significativas variaciones fisiológicas atribuibles a especie, sexo, edad (peso vivo, dimensiones), época del año y sistema de alimentación. Los datos obtenidos pueden ser aplicados para mejorar la crianza de caimanes en el nordeste argentino.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006

BIBLIOGRAFÍA

- Coppo JA.** *Fisiología Comparada del Medio Interno*, Ed Dunken, Buenos Aires (Argentina). 2001; p. 212-216.
- Ferreyra H, Uhart M.** 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*. 2001; 55 (Anexo III): 1-15.
- Foggini CM.** Diseases and disease control on crocodile farms in Zimbabwe. In: *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators* (Webb GJ, Manolis SC, Whitehead PJ, Ed.), Ed Surrey Beatty, Chipping Norton (USA). 1987; p. 351-362.
- Frye FL.** *Reptile Clinician's Handbook*, Ed Krieger, Florida (USA). 1994; p. 214.
- Lane TJ.** Crocodylians. In: *Reptile Medicine and Surgery* (Mader DR Ed.), Ed Saunders, Philadelphia (USA). 1996; p. 78-98.
- Millan JM, Janmaat A, Richardson KC, Chambers LK, Formiatti KR.** Reference ranges for biochemical and haematological values in farmed saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*) yearlings. *Aust Vet J*. 1997; 75: 814-817.
- Prado WS, Gómez O, Balla P.** Crianza en cautiverio y reintroducción de individuos (*C. latirostris* y *C. yacare*). *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina*. 2001; 55: 26-38.
- Schoeb TR, Heaton-Jones TG, Clemmons RM, Carbonneau DA, Woodward AR, Shelton D, Poppenga RH.** Clinical and necropsy findings associated with increased mortality among American alligators of Lake Griffin, Florida. *J Wildl Dis*. 2002; 38: 320-337.
- Stacy BA, Whitaker N.** Hematology and blood biochemistry of captive mugger crocodiles (*Crocodylus palustris*). *J Zoo Wildl Med*. 2000; 31: 339-34.
- Stein G.** Hematologic and blood chemistry values in reptiles. In: *Reptile Medicine and Surgery* (Mader DR Ed.), Ed Saunders, Philadelphia (USA). 1996; p. 479-483.
- Uhart M, Prado W, Beldoménico P, Rossetti C, Ferreyra Armas MC, Martínez A, Bardón JC, Avilés G, Karesh W.** Estudios sanitarios comparativos de yacarés (*Caiman latirostris* y *Caiman yacare*) silvestres y cautivos. *Boletín Técnico de la Fundación Vida Silvestre Argentina*. 2001; 55: 39-50.
- Waller T, Micucci PA.** Relevamiento de la distribución, hábitat y abundancia de los crocodilos de la Provincia de Corrientes, Argentina. *Memorias de la Ira. Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos*, Santa Marta (Colombia). 1993; p. 341-385.
- Watson PA.** Effects of blasting on Nile crocodiles, *Crocodylus niloticus*. *Proceedings of the 10th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group IUCN*, Gainesville, Florida (USA). 1990; p. 240-252.