

Variación de indicadores nutricionales en “yacaré” (*Caiman latirostris*) alimentados con distintas dietas en un criadero de Chaco, Argentina

Barboza, N.N.; Panseri, A.F.; Mussart, N.B.; Koza, G.A.; Coppo, J.A.

Cátedra de Fisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, UNNE, Sargento Cabral 2139, Corrientes (3400), Argentina. Tel. 03783-425753. E-mail: fisiologia@vet.unne.edu.ar.

Resumen

Barboza, N.N.; Panseri, A.; Mussart, N.B.; Koza, G.A.; Coppo, J.A.: Variación de indicadores nutricionales en “yacaré” (*Caiman latirostris*) alimentados con distintas dietas en un criadero de Chaco, Argentina. Rev. vet. 22: 1, 43–51, 2011. El objetivo del ensayo fue investigar la velocidad de crecimiento (peso, dimensiones) y los indicadores hematológicos (metabolismo, estado nutricional) en caimanes alimentados con diferentes dietas, teniendo en cuenta las estaciones del año. Cuarenta ejemplares subadultos de *Caiman latirostris* clínicamente sanos, 50% de cada sexo, fueron divididos homogéneamente en dos lotes de 20 animales y asignados respectivamente a las dietas A (38% proteínas; 5% grasas; 1,2% calcio; 0,8% fósforo) y B (64% proteínas; 5% grasas; 4,5% calcio; 2,7% fósforo). Además, ambos lotes recibieron harina de carne (49% proteínas; 13% grasas; 5,1% calcio y 4,4% fósforo). Se efectuó un control inicial y luego cuatro muestreos en cada estación anual. Las estadísticas multivariadas indicaron que en primavera–verano se registraron altos valores de glucosa, triglicéridos, urea, creatinina, fósforo inorgánico, potasio, fosfatasa alcalina, aspartato aminotransferasa y volumen corpuscular medio, en tanto que en otoño–invierno fueron superiores los niveles de eritrocitos, proteínas totales, magnesio, ácido úrico, y gammaglutamil transferasa. Las concentraciones de leucocitos, enzimas, globulinas, ácido úrico y electrolitos descartaron la existencia de alteraciones metabólicas u orgánicas. La dieta A, pese a su menor proporción de proteínas, calcio y fósforo, logró que los caimanes registraran ($p<0,05$) más altos pesos finales y mayores dimensiones de longitud total, longitud hocico–cloaca, longitud de cabeza, ancho de cabeza y perímetro torácico. También exhibieron más altas concentraciones sanguíneas de indicadores nutricionales como proteínas totales, albúminas, urea, glucosa, fructosamina, hematocrito y hemoglobina. En el lote B se constataron ($p<0,05$) mayores concentraciones de creatinina, calcio, fósforo, magnesio y lípidos (triglicéridos, colesterol total y colesterol unido a lipoproteínas de alta y baja densidad). Estos hallazgos sugieren que al planificar la alimentación de los caimanes, además de la cantidad de nutrientes también debería tenerse en cuenta su calidad, estableciendo la digestibilidad, el contenido de aminoácidos y la biodisponibilidad de los minerales.

Palabras clave: *Caiman latirostris*, dieta, crecimiento, estación del año, indicadores nutricionales.

Abstract

Barboza, N.N.; Panseri, A.; Mussart, N.B.; Koza, G.A.; Coppo, J.A.: Nutritional indicators variations in “yacaré” (*Caiman latirostris*) fed on different diets in a hatchery from Chaco, Argentina. Rev. vet. 22: 1, 43–51, 2011. The objective of the assay was to investigate the growth speed (liveweight, dimensions) and the blood indicators (metabolism, nutritional state) in caimans fed on different diets, considering the different seasons of the year. Forty sub-adults *C. latirostris* clinically healthy specimens, 50% each sex, were divided homogeneously in two groups of 20 animals each and assigned respectively to diets A (38% protein, 5% fat, 1.2% calcium, 0.8% phosphorous) and B (64% protein, 5% fat, 4.5% calcium, 2.7% phosphorous). Both groups also received meat flour (49% protein, 13% fat, 5.1% calcium and 4.4% phosphorous). An initial blood sample (control) and then four samplings, one for each season, were obtained. Multivariate statistics showed high values of glucose, triglycerides, urea, creatinine, inorganic phosphorous, potassium, alkaline phosphatase, aspartate aminotransferase and mean corpuscular volume, registered in both groups during spring–summer. During autumn–winter, high levels of erythrocytes, total protein, magnesium, uric acid and gammaglutamyl transferase, were verified. The low concentrations of leukocytes, enzymes, globulins, uric acid and electrolytes allowed to discard the existence of organic or metabolic

alterations. Diet A, in spite of its lower proportion of proteins, calcium and phosphorous, caused animals to gain higher final liveweights and bigger corporal dimensions (total longitude, muzzle–tail longitude, head longitude, head wide and thoracic perimeter). Animals also showed higher concentration of nutritional blood indicators, such as total proteins, albumin, urea, glucose, fructosamine, hematocrit and hemoglobin. For group B, higher concentrations ($p < 0.05$) of creatinine, calcium, phosphorous, magnesium and lipids (triglycerides, total cholesterol and cholesterol bound to lipoproteins of high and low density), were verified. These findings suggest that, when planning caiman feeding systems, it is not only important to determine the amount of nutrients but also their quality, determining their digestibility, amino acids proportion and the bioavailability of minerals.

Key words: *Caiman latirostris*, diet, growth, year season, nutritional indicators.

INTRODUCCIÓN

La demanda de carne y cuero de crocodílidos promovió la instalación de criaderos comerciales de caimanes autóctonos, los cuales en Argentina están sujetos a estrictas normas de protección³⁰. La fisiología de la nutrición y los sistemas de alimentación de estos reptiles están siendo estudiados con el objeto de acelerar la velocidad de crecimiento durante el cautiverio, para tornar más rentable la producción. Hallar una dieta adecuada implica ajustar tanto la cantidad de alimento a suministrar, como la calidad de sus componentes y la digestibilidad de los principios nutritivos²¹. El estudio de la evolución del peso y dimensiones corporales, combinado con el uso de indicadores nutricionales sanguíneos, pueden coadyuvar al logro de dicho objetivo.

Pese a que algunos autores aseveran que las necesidades de macronutrientes, proteínas, hidratos de carbono y grasas de la dieta de los crocodílidos son cuantitativamente similares a la de los mamíferos⁹, otros afirman que sus requerimientos son mayores y que el 25–30% de la energía metabolizable debe provenir de las proteínas, en tanto que el 30–60% debe proceder de las grasas¹⁸. Así, para aumentar la velocidad de crecimiento de *Alligator mississippiensis*, se descubrió que el consumo de proteínas no debe ser inferior al 42% de la energía metabolizable¹⁸.

También parece ser relevante el origen de la proteína (calidad, digestibilidad, tipo de aminoácidos constitutivos) dado que, al ser carnívoros por excelencia, los crocodílidos están capacitados para asimilar proteínas de origen animal, frente al consumo de proteínas vegetales^{13,18}. Por otra parte, se afirma que estos reptiles son incapaces de asimilar compuestos polisacáridos^{9,18}. La adición de salvado de soja a la dieta de *Caiman yacare* redujo el consumo de alimento y produjo disminución de la longitud total y longitud del hocico–cloaca de los animales¹.

Dietas ricas en proteínas de origen animal generan importantes aumentos de la longitud corporal de los crocodílidos, aunque sus efectos sobre el peso corporal son leves²⁰. La alta ingestión de proteína animal provoca incrementos plasmáticos del nitrógeno no proteico, relacionados con la excreción de amoníaco⁷. En cuanto

a las interacciones entre principios nutritivos, se ha demostrado que altos niveles dietarios de grasa dificultan la digestión de los prótidos¹¹ y la reproducción¹⁵; sin embargo, una fuente dietaria que contemple la ingesta de ácidos grasos esenciales sería importante para lograr mayor velocidad de crecimiento²³.

La nutrición de los caimanes se complica aún más porque durante las épocas de frío ambiental, los caimanes interrumpen o disminuyen la toma de alimentos (“letargo invernal”) y restringen su metabolismo hasta una “fase de ahorro”¹⁴, la cual afecta negativamente la ganancia de peso pues la sub–alimentación de las especies ectotermas provoca el agotamiento de las reservas energéticas (glucógeno, lípidos) y el consumo de proteínas estructurales (músculos), con detención del crecimiento¹⁷.

El objetivo del trabajo fue investigar en ejemplares subadultos de *Caiman latirostris* eventuales cambios en la velocidad de crecimiento (peso, dimensiones corporales) y modificaciones de los indicadores hematológicos y bioquímicos del estado metabólico–nutricional atribuibles a dos dietas de diferente composición centesimal, teniendo en cuenta la influencia de las variaciones estacionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos de campo se realizaron en el criadero “El Cachapé”, Provincia de Chaco, Argentina, establecimiento privado incorporado al Programa de Refugios de la Fundación Vida Silvestre Argentina. Se dispuso de dos piletas de 3 x 4 m con aislamiento térmico y calefacción por losa radiante, en las que se alojaron sendos lotes homogéneos (A y B) de 20 caimanes cada uno. En total se utilizaron 40 ejemplares de *Caiman latirostris* clínicamente sanos, 50% de cada sexo, de 2 años de edad (subadultos), con pesos iniciales de 1,1 a 3,5 kg y longitudes corporales de 59,4 a 96,6 cm, identificados con caravanas.

Diariamente los reptiles fueron alimentados con una ración aproximadamente equivalente al 25% del peso vivo promedio del grupo. Los animales del grupo A recibieron un 60% de pellets balanceados (materia seca: 92%, proteína bruta: 38%, extracto etéreo: 5%,

calcio; 1,2%, fósforo: 0,8%) y 40% de harina de carne (materia seca: 93%, proteína bruta: 49%, extracto etéreo: 13%, calcio: 5,1%, fósforo: 4,4%). Los caimanes del grupo B, además de recibir un 40% de harina de carne (ya descrita), dispusieron de un 60% de alimento balanceado (materia seca: 89%, proteína bruta: 64%, extracto etéreo: 5%, calcio: 4,5% y fósforo: 2,7%).

Los controles de peso (balanza), dimensiones corporales (cinta métrica) e indicadores bioquímicos (laboratorio) se efectuaron durante un año, en cinco oportunidades: al inicio (día 0, verano) y luego en cada una de las estaciones subsiguientes. Los parámetros morfométricos incluyeron longitud total (LT: desde el hocico al extremo distal de la cola), longitud hocico–cloaca (LH: desde el hocico al borde anterior de la cloaca), longitud de cabeza (LC: desde el hocico al cóndilo occipital), ancho de cabeza (AC: entre los cóndilos maxilares) y perímetro torácico (PT: a nivel de las axilas). La sangre se extrajo con jeringa y aguja a partir del seno venoso post–occipital. Una alícuota fue tratada con anticoagulante (EDTA) y la otra fue centrifugada para obtener suero. Ambas muestras se preservaron refrigeradas (5°C) hasta su procesamiento en el laboratorio.

Las pruebas hematológicas y bioquímicas se concibieron de tal manera que su espectro abarcara tanto la exploración del estado nutricional del animal como el de diversas funciones orgánicas factibles de ser alteradas por quebrantos de la salud ⁶. Desde el punto de vista operacional se emplearon técnicas de espectrofotometría, electroforesis, densitometría, fotometría de llama y microscopía. Se determinaron parámetros atinentes al proteinograma (proteínas totales y fracciones electroforéticas), nitrógeno no proteico (urea, creatinina y ácido úrico), glucograma (glucosa y fructosamina), lipidograma (triglicéridos, lipoproteínas alfa y beta, colesterol total y colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad: C–HDL, y de baja densidad: C–LDL), ionograma (magnesio, calcio, fósforo inorgánico, sodio y potasio), enzimograma (fosfatasa alcalina ALP, gammaglutamil transpeptidasa GGT, creatinfosfoquinasa

CPK, lactato dehidrogenasa LDH, aspartato aminotransferasa AST, ex–GOT, alanin aminotransferasa ALT, ex–GPT y butirilcolinesterasa CHE), leucograma (leucocitos totales y recuento diferencial de heterófilos, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos) y eritrograma (hematocrito, eritrocitos, hemoglobina e índices hematimétricos: volumen corpuscular medio VCM, hemoglobina corpuscular media HCM y concentración de hemoglobina corpuscular media CHCM). ^{4, 10, 19}.

Con el auxilio de los soportes informáticos *Statistica* (StatSoft Inc. versión 2001) e *InfoStat* (InfoStat FCA–Córdoba, Argentina, versión 2008), se verificó la normalidad de los datos (prueba de Shapiro–Wilk) y se realizó análisis de componentes principales, el cual evidenció las variables más significativas, a partir de las cuales se realizó análisis multivariado de la varianza (MANOVA de dos factores: dietas y estaciones del año) y finalmente el test a *posteriori* de Bonferroni al 5%. Mayores detalles del procesamiento estadístico pueden hallarse en una reciente publicación sobre el mismo tema ². En el presente estudio se efectuó también un análisis multivariado de medidas repetidas y, para comparar entre sí las medias multivariadas, se utilizó la prueba T2 de Hotelling. Para todas las inferencias se estipuló un nivel de riesgo alfa del 5%, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso y parámetros morfométricos

La Tabla 1 indica que al inicio de la experiencia no existieron diferencias significativas del peso y dimensiones corporales entre lotes. En las estaciones frías se registraron disminuciones de peso en ambos lotes, así como aumentos en primavera y verano. Los parámetros morfométricos fueron semejantes entre los animales sometidos a las distintas dietas, observándose una ligera disminución o mantenimiento de los valores en las estaciones frías y un aumento en las cálidas. El

Tabla 1. Peso y parámetros morfométricos según dieta y estación del año ($X \pm DE$).

parámetro	tiempo 0		otoño		invierno		primavera		verano	
	dieta A	dieta B	dieta A	dieta B	dieta A	dieta B	dieta A	dieta B	dieta A	dieta B
peso (kg)	1,85± 0,40 ^{abe}	1,68± 0,26 ^{ab}	1,75± 0,36 ^{abe}	1,44± 0,26 ^{ab}	1,64± 0,37 ^{ab}	1,47± 0,30 ^{ab}	2,46± 0,56 ^{cef}	2,20± 0,47 ^{ace}	3,34± 0,83 ^{df}	2,73± 0,60 ^{cdf}
LT (cm)	77,4± 5,73 ^{ad}	75,4± 3,80 ^a	76,8± 5,94 ^{ad}	73,9± 4,79 ^a	78,0± 6,42 ^{ad}	75,6± 4,09 ^a	84,6± 6,57 ^{bde}	81,4± 5,31 ^{abd}	91,4± 6,87 ^{ce}	86,2± 5,47 ^{bce}
LH (cm)	37,3± 2,36 ^{ad}	35,9± 1,77 ^a	36,8± 2,30 ^{ad}	35,4± 1,75 ^a	37,8± 2,54 ^{ad}	35,8± 1,92 ^a	40,5± 2,57 ^{bde}	38,7± 2,16 ^{abd}	44,0± 2,51 ^{ce}	41,4± 2,17 ^{bce}
LC (cm)	8,99± 0,55 ^{ad}	8,95± 0,35 ^a	9,02± 0,56 ^{ad}	8,73± 0,32 ^a	9,11± 0,62 ^{ad}	8,96± 0,38 ^a	9,79± 0,66 ^{bd}	9,24± 0,49 ^{abd}	10,6± 0,61 ^c	10,3± 0,44 ^{bc}
AC (cm)	5,86± 0,46 ^{ab}	5,87± 0,38 ^{ab}	6,02± 0,39 ^{abe}	5,72± 0,27 ^{ab}	5,96± 0,41 ^{abe}	5,93± 0,44 ^{ab}	6,63± 0,48 ^{cef}	6,37± 0,44 ^{bce}	7,32± 0,55 ^{df}	7,09± 0,47 ^{cdf}
PT (cm)	20,6± 1,88 ^{ab}	20,3± 1,43 ^{ab}	21,1± 2,50 ^{abe}	20,4± 1,46 ^{ab}	20,9± 2,05 ^{abe}	20,7± 1,57 ^{ab}	23,2± 2,66 ^{cef}	23,0± 1,94 ^{bce}	25,6± 3,14 ^{df}	24,0± 2,27 ^{cdf}

X: media aritmética, DE: desvío estándar, LT: longitud total, LH: longitud hocico–cloaca, LC: longitud de cabeza, AC: ancho de cabeza, PT: perímetro torácico. En cada fila, letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 2. Proteinograma, ionograma y nitrógeno no proteico de ambos lotes de animales según estación (g/dl, X± DE).

parámetro	tiempo 0	otoño	invierno	primavera	verano
proteínas totales	4,89 ± 0,75	5,44 ± 0,47	4,92 ± 0,80	4,39 ± 0,54	4,61 ± 0,43
albúminas	0,94 ± 0,28	1,00 ± 0,14	0,94 ± 0,18	0,93 ± 0,17	0,94 ± 0,33
alfa globulinas	0,90 ± 0,26	1,07 ± 0,12	0,84 ± 0,16	0,74 ± 0,13	0,85 ± 0,21
beta globulinas	0,99 ± 0,19	0,96 ± 0,12	0,98 ± 0,15	0,90 ± 0,21	0,90 ± 0,20
gamma globulinas	1,94 ± 0,47	2,42 ± 0,40	2,13 ± 0,58	1,87 ± 0,32	1,75 ± 0,59
globulinas totales	3,51 ± 0,88	4,45 ± 0,46	3,91 ± 0,72	2,83 ± 0,80	3,05 ± 0,55
RAG	0,40 ± 0,33	0,23 ± 0,04	0,27 ± 0,12	0,65 ± 0,42	0,56 ± 0,31
urea (mg/l)	75 ± 18	42 ± 15	33 ± 16	68 ± 15	56 ± 21
creatinina (mg/l)	15 ± 2	3 ± 1	8 ± 2	10 ± 1	12 ± 2
ácido úrico (mg/l)	63 ± 13	49 ± 11	29 ± 8	19 ± 4	10 ± 3
sodio (meq/l)	162 ± 8	153 ± 5	150 ± 4	151 ± 3	143 ± 10
potasio (meq/l)	5,98 ± 0,70	4,51 ± 0,46	4,60 ± 0,39	4,95 ± 0,55	5,70 ± 0,43
calcio (mg/dl)	10,61 ± 1,13	9,01 ± 1,11	10,34 ± 0,70	9,08 ± 0,26	10,82 ± 0,69
fósforo in.(mg/dl)	5,99 ± 1,05	3,58 ± 0,60	3,78 ± 0,65	4,33 ± 0,79	4,68 ± 0,55
magnesio (mg/dl)	3,38 ± 0,36	2,97 ± 0,25	2,80 ± 0,22	2,95 ± 0,25	2,74 ± 0,25
test de Hotelling	a	b	c	d	e

X: media aritmética, DE: desvío estándar, RAG: relación albúminas / globulinas, in.: inorgánico. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

MANOVA detectó diferencias significativas entre los distintos tiempos de muestreo ($F = 17,46$; $p < 0,0001$), entre las dietas ($F = 4,47$; $p < 0,0001$) y entre ambos factores ($F = 2,71$; $p < 0,0001$). Al final del ensayo los animales sometidos a la dieta A presentaron un mayor crecimiento que los mantenidos con la dieta B, tal como lo indican las diferencias entre valores finales menos iniciales para el peso (1,49 vs 1,05 kg) y dimensiones corporales: LT (14,00 vs 10,79 cm), LH (6,66 vs 5,44 cm), LC (1,67 vs 1,38 cm), AC (1,46 vs 1,22 cm) y PT (5,06 vs 3,70 cm).

En cambio, otros investigadores no pudieron hallar diferencias significativas entre los aumentos de peso en lotes de ejemplares juveniles de *C. latirostris* alimentados respectivamente durante 7 meses con carne de cerdo, pollo, pescado y una mezcla de las anteriores, concluyéndose que la carne blanca puede ser tan adecuada como la roja para la alimentación de este reptil²⁰.

El efecto negativo de la temperatura sobre el desarrollo de este caimán quedó evidenciada en investigaciones que revelaron menor crecimiento en ejemplares juveniles de *C. latirostris* criados en un rango térmico de 7 a 37,5°C con relación a los mantenidos a 12,9–37,5°C; además, cuando la temperatura descendía a menos de 23°C, ambos grupos de animales dejaban de comer²¹.

Se afirma que las tasas de crecimiento de los crocodílidos de vida libre son extremadamente variables debido a factores como clima, estación del año, ayuno, densidad poblacional, carga parasitaria, variabilidad genética y época de nacimiento. En cautiverio, los factores que pueden incidir en la velocidad de crecimiento son la dieta, la variabilidad genética, el tamaño y el origen de los animales. En las regiones de clima frío los adultos pueden pasar hasta tres meses (invierno) sin ingerir alimentos³¹.

El crecimiento de los caimanes es intermitente y estrechamente dependiente de la temperatura ambiental¹⁶. El hecho que las variables dependientes de la edad sean también dependientes del tamaño, explica la dificultad de predecir la edad de los cocodrilos basándose en simples curvas de crecimiento³².

Proteinograma

La Tabla 2 muestra que desde el primer muestreo (verano) al segundo (otoño), casi todos los niveles de los parámetros del proteinograma, ionograma y nitrógeno no proteico aumentaron significativamente, lo cual se interpreta como una señal de buen estado nutricional propio de la estación cálida. En cambio, la mayoría de las determinaciones presentaron sus niveles más bajos al final del invierno (primavera).

La Tabla 3 revela, para cada dieta, los valores resultantes de promediar los datos de los cuatro muestreos estacionales de cada indicador bioquímico de estado nutricional. Surge que los animales que recibieron la dieta A presentaron valores más altos en casi todas las determinaciones del proteinograma, ionograma y nitrógeno no proteico, con excepción de las alfa globulinas, para las cuales se registró una exigua diferencia de 0,02 g/dl.

En otro trabajo se demostró que durante las épocas frías, ejemplares juveniles de *C. latirostris* de ambos sexos registraron proteinemias totales más bajas (otoño: 4,70 y 5,10 g/dl; invierno: 3,90 y 3,60 g/dl en machos y hembras respectivamente) con relación a las obtenidas para la misma época en el presente estudio¹⁰.

Sobre la misma especie, otros investigadores obtuvieron niveles más altos de albúminas (2,31 g/dl) y proteínas totales (5,76 g/dl) en comparación a los hallados en esta experiencia para todas las estaciones del

año, lo cual podría atribuirse a la diferente metodología analítica utilizada²⁸. Para las épocas cálidas, la concentración de globulinas calculada por diferencia entre proteínas totales y albúminas, resultó superior (3,07 g/dl) que las registradas en nuestro estudio, pero fue inferior a las globulinas totales aquí registradas para las estaciones frías.

Con relación a los valores reportados en el presente trabajo, en ejemplares de *C. latirostris* de 11 a 23 meses de edad se obtuvieron (en verano) valores inferiores de proteínas totales (4,59 g/dl) y RAG (0,35) y superiores de albúminas (1,17 g/dl) y globulinas calculadas (3,48 g/dl)³⁰. Efectuando la misma comparación, en otro ensayo se hallaron en verano valores más bajos de proteínas totales (3,80 g/dl) y de globulinas calculadas (2,31 g/dl) y más altos de albúminas (1,52 g/dl) y RAG (0,61), en ejemplares en cautiverio de *C. latirostris* de 0,48 kg de peso vivo⁸.

Nitrógeno no proteico

Todos los analitos nitrogenados no proteicos disminuyeron sus niveles del inicio del ensayo al segundo muestreo realizado en otoño (Tabla 2). En las estaciones cálidas (primavera y verano) aumentaron los niveles de urea y creatinina y disminuyeron los de ácido úrico. La urea mostró valores más altos en primavera, la creatinina en verano y el ácido úrico en otoño; en cambio los datos más bajos fueron registrados para la urea en primavera, para la creatinina en otoño y para el ácido úrico en verano.

En la Tabla 3 puede advertirse que los animales que recibieron la dieta A presentaron niveles más altos de urea y ácido úrico, con relación a los reptiles alimentados con la dieta B, cuyo nivel de creatinina superó a los

de la dieta A. En *C. latirostris* parece ser una constante que urea y ácido úrico registren valores altos, comparados con los bajos niveles séricos de creatinina. En verano, para ejemplares de 11 a 23 meses de edad, fueron reportadas concentraciones más altas de urea y ácido úrico (97,5 y 41,3 mg/l respectivamente) y más bajas de creatinina (3,40 mg/l)³⁰ con relación a las halladas en el presente trabajo.

En otra investigación también se comunicaron para *C. latirostris* valores altos de urea (88,30 mg/l) y ácido úrico (41,30 mg/l) y más bajos de creatinina (4,20 mg/l)⁸. En ejemplares de 2 años de edad pertenecientes a la misma especie, se registraron niveles de creatinina más bajos que los aquí obtenidos (1,80 mg/l)²⁹. En *C. latirostris* alojados en un criadero del nordeste argentino se habrían encontrado valores tan altos de urea (465,77 mg/l)²⁸ que inducen a conjeturar un error en la ubicación de la coma en la cifra consignada.

En *A. mississippiensis* se encontraron valores de ácido úrico (29,57 mg/l) semejantes a los reportados por nosotros para el invierno, más bajos para el otoño y más altos para las épocas cálidas²⁴; por su parte otros informaron concentraciones más altas en primavera y verano (30,30 mg/l) y más bajas en las estaciones frías que las halladas aquí para *C. latirostris*³.

Ionograma

Entre el inicio del ensayo y el otoño, todos los parámetros del ionograma disminuyeron sus concentraciones (Tabla 2). Con respecto a las cuatro estaciones del año, tanto el sodio como el magnesio presentaron sus niveles más altos en otoño, época en la cual el resto de los electrolitos mostró sus valores más bajos. En cambio, las concentraciones de potasio, calcio y fósforo inorgánico fueron más altas en verano, cuando sodio y magnesio registraron sus niveles más bajos.

Los caimanes que recibieron la dieta B mostraron concentraciones más altas de calcio, fósforo inorgánico y magnesio que los que fueron alimentados con la dieta A (Tabla 3). La información sobre los requerimientos de minerales para estos reptiles es escasa. En los criaderos habitualmente se suministran mezclas de minerales y vitaminas concebidos para otras especies animales. La relación calcio:fósforo es una de las cuestiones más preocupantes, ya que depende de tres factores: la ingestión suficiente de cada ión, la relación adecuada y la presencia de vitamina D²².

En ejemplares de *C. latirostris* de 0,60 a 1,80 m de longitud se hallaron concentraciones de sodio, potasio y fósforo (109,6 meq/l, 4,02 meq/l y 5,08 mg/dl, respectivamente) que resultaron superiores a las obtenidas aquí para las cuatro estaciones; los niveles de calcio (9,63 mg/dl) fueron bajos en invierno y verano pero altos en otoño y primavera²⁸. En la misma especie, otros investigadores hallaron niveles de sodio (151 meq/l) semejantes a los hallados por nosotros en primavera; más bajos si lo comparamos con el otoño y más altos que en invierno y en verano. En cambio el potasio (4,43 meq/l)

Tabla 3. Proteinograma, ionograma y nitrógeno no proteico, según dieta (X ± DE).

parámetro	dieta A	dieta B
proteínas totales (g/dl)	4,96 ± 0,66	4,73 ± 0,73
albúminas (g/dl)	0,97 ± 0,21	0,94 ± 0,21
alfa globulinas (g/dl)	0,89 ± 0,20	0,91 ± 0,22
beta globulinas (g/dl)	0,98 ± 0,16	0,93 ± 0,17
gamma globulinas (g/dl)	2,09 ± 0,56	2,07 ± 0,50
globulinas totales (g/dl)	3,60 ± 0,83	3,50 ± 0,97
RAG	0,44 ± 0,32	0,41 ± 0,32
urea (mg/l)	60 ± 18	49 ± 26
creatinina (mg/l)	9 ± 4	10 ± 4
ácido úrico (mg/l)	35 ± 22	33 ± 21
sodio (meq/l)	153 ± 9	150 ± 9
potasio (meq/l)	5,15 ± 0,74	5,00 ± 0,78
calcio (mg/dl)	9,92 ± 1,26	10,04 ± 1,00
fósforo inorg. (mg/dl)	4,22 ± 1,15	4,65 ± 1,02
magnesio (mg/dl)	2,93 ± 0,30	2,98 ± 0,39
test de Hotelling	a	b

X: media aritmética, DE: desvío estándar, RAG: relación albúminas/globulinas. Letras distintas indican diferencias significativas (p < 0,05).

resultó más bajo y el calcio (13,51 mg/dl) y el fósforo (7,78 mg/dl) fueron más altos que los reportados aquí para todas las estaciones³⁰.

En *C. latirostris* de 478,75 g de peso vivo se encontraron niveles más bajos de sodio (144,06 meq/l) excepto para el verano, donde los valores fueron semejantes a los aquí obtenidos. Las kalemias (4,6 meq/l) fueron semejantes a las encontradas en invierno en este trabajo. En cambio, las concentraciones de calcio resultaron inferiores (8,9 mg/dl) y las de fósforo más altas (5,63 mg/dl) que las obtenidas aquí en cada una de las estaciones⁸.

Glucograma y lipidograma

La glucosa y los lípidos séricos mostraron un comportamiento errático ante los cambios de temperatura ambiental. Desde el inicio de la experiencia hasta el segundo muestreo disminuyeron la glucosa y los parámetros del lipidograma, con excepción del C–LDL. Los niveles de glucosa y colesterol total fueron más altos en primavera; en verano los de triglicéridos y en invierno los de fructosamina, C–HDL y C–LDL. En otoño resultaron inferiores las concentraciones de glucosa y triglicéridos, en primavera de fructosamina y en verano de colesterol total, C–HDL y C–LDL. Los aumentos de glucosa y lípidos séricos registrado durante las épocas cálidas probablemente se deba al incremento metabólico que ostentan los reptiles en el período estival y por el aumento de las horas–luz^{14,33}.

La Tabla 4 indica que los valores más altos del lipidograma se registraron en los animales que recibieron la dieta B, en cambio el glucograma mostró niveles superiores en los caimanes que fueron alimentados con la dieta A.

Tanto en la estación fría como en la cálida, ejemplares de *C. latirostris* de 2–4 años de edad registraron concentraciones de colesterol total (3 y 1,53 g/l, respectivamente), C–HDL (0,30 y 0,61 g/l, respectivamente) y C–LDL (1,76 y 0,69 g/l, respectivamente), que fueron considerablemente más altas que las obtenidas aquí para las mismas estaciones²⁵.

Durante el verano, en *C. latirostris* de 11 a 23 meses de edad alojados en un criadero se registraron concentraciones de glucosa más bajas (0,41 g/l) y de colesterol total más altas (0,42 g/l)³⁰ que las obtenidas en el presente estudio. En la misma estación, especímenes de *C. latirostris* de alrededor de 500 g de peso vivo registraron niveles de glucosa (0,94 g/l) que resultaron más altos a los obtenidos aquí para las estaciones frías; en cambio, el colesterol total (0,72 g/l) resultó con niveles inferiores a los reportados por nosotros en todas las estaciones⁸.

Enzimograma

Con relación a las temporadas anuales, las actividades de ALP, ALT y AST fueron menores en épocas frías y las de GGT, LDH y CHE resultaron menores en

Tabla 4. Glucograma, lipidograma, enzimograma, eritrograma y leucograma, según dieta (X ± DE).

parámetro	dieta A	dieta B
glucosa (g/l)	1,07 ± 0,38	0,97 ± 0,34
fructosamina (umol/l)	178 ± 69	160 ± 59
triglicéridos (g/l)	0,40 ± 0,18	0,44 ± 0,22
colesterol total (g/l)	0,95 ± 0,26	1,05 ± 0,26
C–HDL (g/l)	0,15 ± 0,08	0,18 ± 0,12
C–LDL (g/l)	0,27 ± 0,13	0,33 ± 0,17
ALP (UI/l)	34 ± 16	35 ± 20
ALT (UI/l)	9 ± 3	10 ± 5
AST (UI/l)	39 ± 21	43 ± 27
GGT (UI/l)	12 ± 6	8 ± 4
LDH (UI/l)	673 ± 352	591 ± 366
CHE (UI/l)	672 ± 237	596 ± 302
hematocrito (%)	21 ± 2	20 ± 3
eritrocitos (T/l)	0,47 ± 0,05	0,47 ± 0,07
VCM (fl)	449 ± 41	439 ± 49
hemoglobina (g/dl)	6,26 ± 0,81	6,04 ± 1,05
HCM (pg)	135 ± 15	130 ± 17
CHCM (%)	30 ± 2	30 ± 2
leucocitos (G/l)	16,7 ± 4,2	16,8 ± 5,1
linfocitos (%)	80 ± 6	80 ± 7
heterófilos (%)	15 ± 6	16 ± 7
monocitos (%)	2 ± 2	2 ± 1
eosinófilos (%)	1 ± 1	1 ± 1
basófilos (%)	0 ± 1	1 ± 1
test de Hotelling	a	b

X: media aritmética, DE: desvío estándar, C–HDL y C–LDL: colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad respectivamente, ALP: fosfatasa alcalina, ALT: alanin aminotransferasa, AST: aspartato aminotransferasa, GGT: gammaglutamil transferasa, LDH: lactato deshidrogenasa, CHE: butiril colinesterasa, VCM: volumen corpuscular medio, HCM: hemoglobina corpuscular media, CHCM: concentración de HCM. Letras distintas indican diferencias significativas (p < 0,05).

épocas cálidas. Los caimanes alimentados con la dieta B registraron valores más altos de ALP, ALT y AST, en cambio, los asignados a la dieta A mostraron concentraciones superiores de GGT, LDH y CHE (Tabla 4).

Aunque significativas, las amplitudes de los cambios enzimáticos según el tipo de dieta no asumen la magnitud que en otras especies sería indicativa de trastorno metabólico⁵. Las escasas publicaciones que informan sobre actividades enzimáticas de importancia fisiológica y diagnóstica en caimanes, les atribuyen un significado semejante al de los mamíferos y aves⁴. En ejemplares de *C. latirostris* de 0,60 a 1,80 m de longitud se reportaron actividades enzimáticas más bajas (ALP 30 UI/l) y más altas (ALT 10 UI/l, AST 138 UI/l, GGT 16 UI/l y LDH 1348 UI/l)²⁸ que las halladas en el presente estudio.

En la especie que nos ocupa, se reportaron para el verano actividades de ALT y AST más altas (57,38 y 118,92 UI/l) y de LDH más bajas (338,46 UI/l) que las aquí obtenidas para cualquiera de las estaciones³⁰. En

otra publicación se consignan valores de ALT y AST superiores (47,26 y 83,40 UI/l) y de LDH inferiores (480,89 UI/l) a los informados aquí⁸. En hembras de *C. latirostris* en cautiverio (2 años de edad) se encontraron valores más altos de LDH (3128 UI/l) y CHE (1056 UI/l) que los reportados aquí en los distintos grupos analizados²⁹. En *A. mississippiensis* fueron comunicados valores de ALP (30,03 UI/l) más altos que lo registrados aquí para las estaciones frías y más bajos que para las cálidas; en cambio las transaminasas acusaron niveles más altos (ALT 46,05 y AST 223,50 UI/l)³.

Eritrograma

Según consigna la Tabla 4, los caimanes alimentados con la dieta A presentaron valores más altos de hematocrito, hemoglobina, VCM y HCM. En cambio, eritrocitos y CHCM fueron similares a los que recibieron la dieta B. En caimanes, los datos del eritrograma son útiles para optimizar el diagnóstico y controlar el tratamiento de enfermedades³⁰. En la mayoría de las especies animales también operan como indicadores de estado nutricional, pues muchas anemias responden a deficiencias de vitaminas, minerales y proteínas⁶. Este dato contrasta con los resultados de un ensayo destinado a valorar los efectos de dos dietas de diferente composición, debido a que el hematocrito no registró variaciones significativas entre ellas (20,92 y 20,88% respectivamente)⁸.

Para *C. latirostris* en cautiverio otros investigadores hallaron valores semejantes de hematocrito (19,52%) a los aquí expuestos²⁵. En ejemplares adultos de la misma especie, fueron registrados niveles más altos de hematocrito en otoño (26,7 y 25% en machos y hembras, respectivamente) y en invierno (35 y 25,7%, respectivamente), como así también de la concentración de hemoglobina (otoño: 11,5 y 12,7 g/dl; invierno: 12,4 y 11,5 g/dl, respectivamente); en cambio, el recuento de eritrocitos resultó más bajo al registrado en este trabajo (otoño: 0,32 y 0,24 T/l; invierno: 0,09 y 0,10 T/l, respectivamente)¹⁰.

Para *C. latirostris* durante períodos de invierno y primavera-verano, fueron reportados valores más altos de eritrocitos (0,66 y 0,55 T/l respectivamente), hemoglobina (11,6 y 8,6 g/dl), HCM (201 y 167 pg) y CHCM (53 y 37%) y más bajos de VCM (373 y 455 fl) que los aquí obtenidos, así como niveles semejantes de hematocrito (22%, excepto en primavera-verano, cuando resultó más alto: 24%)²⁶. En otro ensayo sobre la misma especie también se hallaron diferencias entre las estaciones invierno y primavera-verano para hematocrito (22 y 24% respectivamente), eritrocitos (0,66 y 0,55 T/l), hemoglobina (10,6 y 8,6 g/dl), HCM (176 y 157 pg), CHCM (48 y 36%) y VCM (365 y 439 fl)²⁷. En ejemplares de *C. latirostris* de 478,73 g de peso vivo se registraron en verano valores más altos de hematocrito (21,94%) que los mencionados aquí para las estaciones cálidas⁸.

Leucograma

La concentración de leucocitos totales y el recuento diferencial fueron muy semejantes entre los lotes de reptiles que recibieron las dietas A y B (Tabla 4). Además, los caimanes alimentados con la dieta A mostraron valores más altos de leucocitos totales y linfocitos en las estaciones cálidas y en otoño. Los asignados a la dieta B revelaron mayores niveles de eosinófilos en invierno e igual porcentaje que el grupo A en las estaciones cálidas. Monocitos y basófilos fueron más altos en otoño y verano en animales sometidos a la dieta A. Los heterófilos fueron más altos en la dieta B en todas las estaciones excepto en invierno, durante el cual ambos grupos exhibieron valores similares.

Las variaciones de los tipos de glóbulos blancos son generalmente interpretadas de la misma manera que para los mamíferos, excepto que los caimanes poseen heterófilos en lugar de neutrófilos^{4,33}. En ejemplares adultos de *C. latirostris* fueron estudiadas las concentraciones de leucocitos en otoño (9,77 y 9,67 G/l en machos y hembras respectivamente) y en invierno (9,47 y 8,61 G/l), que en ambos casos resultaron más bajas que las aquí informadas¹⁰.

En ejemplares adultos de *C. latirostris* estudiados en invierno y en primavera-verano se comunicaron valores más altos de leucocitos (24,40 y 22,60 G/l respectivamente), eosinófilos (19 y 19% respectivamente), monocitos (5 y 5% respectivamente) y basófilos (1 y 1% respectivamente) y más bajos de linfocitos (66 y 68% respectivamente) y heterófilos (5 y 2% respectivamente)²⁶.

Con relación a la especie por nosotros estudiada, en *A. mississippiensis* se hallaron valores más bajos de glóbulos blancos (5,3 G/l) y linfocitos (50,6%), mientras que los monocitos fueron semejantes a los aquí hallados (3%), en tanto que resultaron más altos los eosinófilos (5,5%), heterófilos (37,4%) y basófilos (3,5%)¹². Para el mismo aligador americano otros investigadores encontraron tasas más bajas de leucocitos totales (5,8 G/l) y linfocitos (11,1%), pero más altas de eosinófilos (9,2%), heterófilos (57,2%) y monocitos (22,3%); el porcentaje de basófilos (1,2%)³ fue semejante al hallado en los caimanes del chaco argentino.

En conclusión, las variaciones estacionales del medio interno de los ejemplares de *C. latirostris* estudiados en este ensayo consistieron en que los niveles de glucosa, triglicéridos, urea, creatinina, fósforo inorgánico, potasio, ALP, AST, VCM y RAG fueron más altos en épocas cálidas (primavera y verano) que en otoño e invierno. En cambio, durante las bajas temperaturas se elevaron las concentraciones de eritrocitos, proteínas totales, magnesio, ácido úrico, GGT y globulinas (beta, gamma y totales).

En ambos grupos, la ausencia de cambios de magnitud patológica en los niveles de enzimas, globulinas, leucocitos, ácido úrico y electrolitos, refrendó la inexistencia de alteraciones metabólicas u orgánicas

(hepáticas, renales, musculares, digestivas) capaces de interferir los objetivos del ensayo.

La dieta A, pese a su menor proporción de proteínas, calcio y fósforo, logró que los caimanes registraran más altos pesos finales y mayores dimensiones en todas las variables morfométricas consideradas (longitud total, longitud hocico–cloaca, longitud de cabeza, ancho de cabeza y perímetro torácico). Los animales de este grupo exhibieron más altas concentraciones sanguíneas de indicadores nutricionales como proteínas totales, albúminas, urea, glucosa, fructosamina, hematocrito y hemoglobina.

Los reptiles que consumieron la dieta B, con mayor contenido de proteínas, calcio y fósforo, mostraron mayores concentraciones séricas de creatinina (indicadora de la magnitud de las masas musculares), calcio, fósforo y magnesio (integrantes de la matriz ósea). También se elevaron los lípidos (triglicéridos, colesterol total, C–HDL y C–LDL), pese a que ambas dietas poseían similares tenores de extracto etéreo.

La circunstancia que los yacarés alimentados con la dieta B revelaran menor ganancia de peso y dimensiones pese a disponer de mayores tasas de proteínas y minerales, implica que al momento de planificar las raciones, además de la cantidad de nutrientes quizás también debería prestarse atención a su calidad, estableciendo la digestibilidad, el contenido de aminoácidos y la biodisponibilidad de los minerales por parte del reptil.

REFERENCIAS

- Aleixo VM, Cotta T, Logato PV, Gomes AI, Fialho ET.** 2002. Efeitos da adição de diferentes teores de farelo de soja na dieta sobre o desenvolvimento de filhotes de jacaré do pantanal (*Caiman yacare*). *Cien Agrot Lavras* 26: 411–417.
- Barboza NN, Panseri AF, Mussart NB, Koza GA, Coppo JA.** 2011. Análisis multivariado de los cambios hemáticos y morfométricos de *Caiman latirostris* y *Caiman yacare* según especie, sexo y estación del año. *Rev Vet* 21: 112–122.
- Barnett JD, Cardeilhac PT, Barr B, Wolf W, Bass OL, Fleming DM.** 1998. Utilization of thyroid hormone levels to determinate starvation in alligators from the Everglades National Park. *IAAAM Proceeding* 29: 52–56.
- Campbell TW.** 1996. Clinical pathology. In: *Reptile medicine and surgery* (Mader DR Ed), Saunders, Philadelphia, p. 248–257.
- Coppo JA.** 2008. *Fisiología comparada del medio interno*, Eucasa, Salta, 310 p.
- Coppo JA.** 2010. *Interpretación de análisis clínicos*, Eucasa, Salta, 370 p.
- Coulson RA, Coulson TD, Herbert JD, Staton MA.** 1987. Protein nutrition in the alligator. *Comp Biochem Physiol A* 87: 449–459.
- Ferreira H, Uhart M.** 2001. Evaluación y evolución del estado sanitario de *Caiman latirostris* y *Caiman yacare* en el Refugio El Cachapé. *Boletín Técn Fund Vida Silv Arg* 55: 1–15.
- Fraser CM.** 1991. *Manual Merck de veterinaria*, 3° ed, Centrum, Barcelona, 2092 p.
- García PB, Matushima ER, Ramos MC, Dias JL, Verdade LM.** 1993. Variações sazonais do padrão hematológico e protéico de jacarés de papo amarelo (*Caiman latirostris*) em cativeiro. *Anais III Workshop sobre Conservação e Manejo do jacaré do papo amarelo*, Piracicaba (São Paulo, Brasil), p. 51–60.
- Garnett S.** 1988. Digestion, assimilation and metabolism of captive estuarine crocodiles, *Crocodylus porosus*. *Comp Biochem Physiol A* 90: 23–29.
- Glassman AB, Bennett CE, Hazen TC.** 1981. Peripheral blood components in *Alligator mississippiensis*. *Trans Am Micr Soc* 100: 210–215.
- Herbert JD, Coulson RA.** 1975. Free amino acids in crocodilians fed proteins of different biological value. *J Nutr* 105: 616–623.
- Hoar WS.** 1983. *General & comparative physiology*, 3rd ed, Prentice–Hall, New Jersey, 600 p.
- 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 B* 128: 285–294.
- Lance VA.** 2003. Alligator physiology and life history: the importance of temperature. *Experim Geront* 38: 801–805.
- Machado CR, Garófalo MA, Roselino JE, Kettelhut IC, Migliorini RH.** 1988. Effects of starvation, refeeding, and insulin on energy–linked metabolic processes in catfish (*Rhamdia hilarii*) adapted to a carbohydrate–rich diet. *Gen Comp Endocrinol* 71: 429–437.
- Mader DR.** 1996. *Reptile medicine and surgery*, Saunders, Philadelphia, 379 p.
- Oliveira Monteiro A.** 2004. *Patologia Clínica de Répteis*. On line: www.abma.com.br/2004/notes/216.pdf.
- Pinheiro MS, Lavorenti A.** 2001. Growth of broad–nosed caiman, *Caiman latirostris* hatchlings, fed with diets of animal origin. *Braz J Biol* 61: 421–429.
- Piña C, Larriera A.** 2002. *Caiman latirostris* growth: the effect of a management technique on the supplied temperature. *Aquacult* 211: 387–392.
- Santos AS.** 1997. *Dieta e nutrição de crocodilianos*, EMBRAPA, Corumba, 59 p.
- Staton MA, Edwards HM, Brisbin IL, Joanen T, McNease L.** 1990. Protein and energy relationships in the diet of the American alligator (*Alligator mississippiensis*). *J Nutr* 120: 775–785.
- Stein G.** 1996. Hematologic and blood chemistry values in reptiles. In: *Reptile medicine and surgery* (Mader DR Ed), Saunders, Philadelphia, p. 248–257.
- Tourn S, Imhof A, Costa A, von Finck C, Larriera A.** 1993. Colecta de sangre y procesamiento de muestras en *Caiman latirostris*. *Memorias IV Workshop Conserv Yacaré Overo*, Santo Tomé (Santa Fe, Argentina), p. 25–30.
- Troiano JC, Althaus R.** 1993. Hallazgos hematológicos en *Caiman latirostris* en condiciones de cautiverio. *Me-*

- morias IV Workshop Conserv Yacaré Overo*, Santo Tomé (Santa Fe, Argentina), p. 12–24.
27. **Troiano JC, Silva MC, Esarte M, Márquez A, Mira G.** 1996. Valores hematológicos de las especies argentinas del género *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae). *Rev Facena* 12: 111–117.
 28. **Troiano JC, Althaus RL, Malinskas G.** 1997. Perfil bioquímico sanguíneo de las especies del género *Caiman* en condiciones de cautividad. *Rev Españ Herpetol* 11: 31–34.
 29. **Trossero SM, Siroski P, Piña CI.** 2005. Variación estacional del perfil bioquímico en hembras juveniles de *Caiman latirostris* criadas en cautiverio. *Proceed Reun Reg Am Lat & Caribe CSG/SSC/IUCN* (Santa Fe, Argentina), p. 220–233.
 30. **Uhart M, Prado W, Beldoménico P, Rossetti C, Ferryer MC, Martínez A, Bardón JC, Avilés G, Karesh W.** 2001. Estudios sanitarios comparativos de yacarés (*Caiman latirostris* y *Caiman yacare*) silvestres y cautivos. *Bol Técn Fund Vida Silv Arg* 55: 1–15.
 31. **Verdade LM, Santiago ME.** 1993. *Studybook regional do jacaré–do–papo–amarelo (Caiman latirostris)*, Esalq/USP, Piracicaba (Brasil), 34 p.
 32. **Verdade LM.** 2000. Regression equations between body and head measurements in the broad–snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Rev Bras Biol* 60: 469–482.
 33. **Ziswiler V.** 1988. *Zoología especial: vertebrados*, Omega, Barcelona, 413 p.