

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

TARIFA POSTAL REDUCIDA No. 184 DE ADPOSTAL - VENCE DIC/1999



Separata

ANÁLISIS MORFOMÉTRICO CRANEAL ASOCIADO CON LA EDAD EN LOS *CROCODYLUS INTERMEDIUS* NACIDOS EN LA ESTACIÓN DE BIOLOGÍA TROPICAL “ROBERTO FRANCO” DE VILLAVICENCIO

por

María Cristina Ardila-Robayo*, Sandra Liliana Barahona-Buitrago**,
Olga Patricia Bonilla-Centeno*** & Diana Rocío Cárdenas-Rojas****

Resumen

Ardila-R., M.C., S.L. Barahona-B., O.P. Bonilla-C. & D.R. Cárdenas-R.: Análisis morfométrico craneal asociado con la edad en los *Crocodylus intermedius* nacidos en la Estación de Biología Tropical “Roberto Franco” de Villavicencio. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 23 (Suplemento especial): 437-444, 1999. ISSN 0370-3908.

La Estación de Biología Tropical “Roberto Franco” de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia en Villavicencio cuenta con una serie de cráneos del “caimán del orinoco” *Crocodylus intermedius* nacidos en cautividad, de los cuales se puede obtener una muy buena información básica para analizar sus dimensiones donde se comparan, por rangos de edad, las diferentes variables morfométricas dorsales del cráneo, la longitud total y el peso corporal, para establecer las características que mejor se ajusten a los rangos de edad (por nosotras establecido). Se obtienen los índices relativos de crecimiento craneal que permite inferir la tendencia del crecimiento total de los individuos. Se establecieron correlaciones entre todas las variables y se hace un análisis de la relación que existe entre la longitud medial craneal (Lc) con la longitud total (Lt).

Palabras clave: Morfometría craneal, Análisis estadístico, *Crocodylus intermedius*, Estación Biología Tropical “Roberto Franco”, Villavicencio, Meta, Colombia.

* Profesor Asociado, Laboratorio Anfibios, Instituto Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Apartado aéreo 7495, E-mail: mcardila@ciencias.ciencias.unal.edu.co ** Bióloga Universidad Nacional, E-mail: slbarahona@latinmail.com, *** Bióloga Universidad Nacional, E-mail: isma723@coll.telecom.com.co, **** Zootecnista Universidad Nacional, E-mail: drcardenasr@latinmail.com. Santafé de Bogotá, Colombia.

Abstract

The Tropical Biological Station "Roberto Franco" has a series of skulls of *Crocodylus intermedius* hatched in captivity. From these skulls one may obtain definitive information on sizes, for ranges of age, of cranial morphometrics which are related to total length and body weight. The indices of growth of the skull allow inferences to be made concerning the trends in total growth of individuals. Correlations among all skull variables are made and an analysis was done relating skull length to total length of all individuals.

Key words: Cranial morphometric, Statistical analysis, *Crocodylus intermedius*, Estación Biología Tropical "Roberto Franco", Villavicencio, Meta, Colombia

Introducción

El caimán del Orinoco *Crocodylus intermedius* se encuentra distribuido únicamente en la cuenca del Río Orinoco en Colombia y Venezuela. En nuestro país, el Ministerio del Medio Ambiente lo ha declarado en "peligro de extinción" (Resolución 0676 de julio 21 de 1997). La Estación de Biología Tropical "Roberto Franco" (E.B.T.R.F) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, en la ciudad de Villavicencio, desde 1970 ha mantenido en cautiverio, entre otros, al "caimán del orinoco" que desde 1991 ha tenido éxito reproductivo, Lugo (1995). La colección de cráneos que conforma el material de estudio del presente trabajo proviene de animales criados en este lugar.

Por ser el cráneo de los crocodílidos sólido, es una buena herramienta de estudio para la variación de la forma con relación al tamaño Monteiro & Soares (1997). Inicialmente los estudios craneales de los *Crocodylia* fueron descriptivos, v.gr. Iordansky (1973) determinó las características del cráneo en diferentes especies; posteriormente estudios morfométricos los realizaron Webb & Messel (1978) en *Crocodylus porosus* derivando ecuaciones para predecir la longitud rostro-cloaca a partir de cabezas aisladas o segmentos de las mismas, además examinaron el dimorfismo sexual, la variación geográfica local y reevaluaron el tamaño máximo alcanzado por los individuos de esta especie; Vanzolini & Gomes (1979) establecieron en *Caiman crocodilus* y *Paleosuchus trigonatus* las relaciones entre peso corporal y algunos parámetros longitudinales; Gans (1980) determinó correlaciones entre las proporciones y los pesos del cuerpo, del cráneo y del cerebro; Hall & Portier (1994) estudiaron en *Crocodylus novaeguineae* algunas relaciones cuantitativas entre el tamaño, edad y sexo; Monteiro & Soares (*op.cit*) estudiaron en tres especies del género *Caiman* la variación ontogénica craneal; Beltrán (1998) determinó la variabilidad geo-

gráfica y el dimorfismo sexual de las subespecies del género *Caiman* en Colombia mediante el análisis morfométrico; Woodward *et al.* (1995) en *Alligator mississippiensis* predijeron la longitud total del animal a partir de la medida de la cabeza.

Hasta ahora en la especie *Crocodylus intermedius* no se han desarrollado análisis sobre las relaciones morfométricas, si bien Medem (1958) presentó un informe sobre la anatomía y dimensiones craneales de 16 ejemplares obtenidos en medio silvestre, además señaló el poderse calcular el tamaño de los individuos por la distancia existente entre la tabla craneal y el extremo del mismo.

En el presente estudio se comparan, por rangos de edad, las diferentes variables morfométricas dorsales del cráneo, de la longitud total y el peso corporal de *Crocodylus intermedius*, para tratar de determinar las características que mejor se ajusten a los rangos establecidos. Además, se obtuvieron índices relativos de crecimiento craneal que permiten inferir la tendencia del crecimiento total de los individuos, se establecen correlaciones entre todas las variables y se hace un análisis de la relación existente entre la longitud medial del cráneo (Lc) con la longitud total (LT).

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 48 cráneos de *Crocodylus intermedius* provenientes de la E.B.T.R.F. donde los animales nacieron y fueron mantenidos en cautividad hasta su muerte. Los cráneos corresponden a animales con edades conocidas entre los 6 y los 64 meses los cuales se agruparon por conveniencia en 6 rangos (Fig. 1), por meses de edad, así: I (6-12, n=13), II (12-18, n= 8), III (18-24, n= 11), IV (24-30, n= 4), V (36-42, n= 3), VI (> 60, n=9), a cada uno se les tomaron 16 medidas que corresponden a las dimensiones dorsales y occipitales (Fig. 1A). Las mediciones en milímetros fueron tomadas solamente por un investigador para minimi-

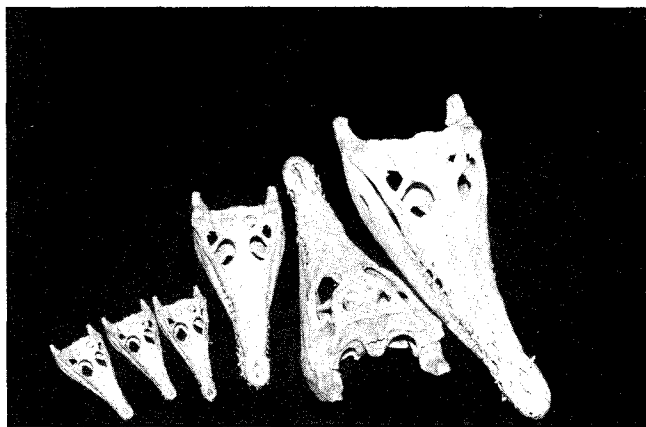


Figura 1. Cráneos de *Crocodylus intermedius* que corresponden a los seis grupos de edad establecidos para este trabajo, en paréntesis (n.=nació, m.=murió). De menor a mayor (izquierda a derecha): 1° No. 9 (n. abril 10/95, m. marzo 21/96) I= 6-12 meses; 2° No. 14 (n. abril 10/95, m. abril 22/96) II= 12-18 meses; 3° No. 7 (n. abril 10/95, m. enero 3/97) III= 18-24 meses; 4° No. 35 (n. abril/92, m. julio 27/94) IV= 24-30 meses; 5° No. 25 (n. abril/91 m. septiembre 26/94) V= 36-42 meses; 6° No. 18 (n. marzo 31/91 m. abril 10/96) VI= >60 meses.

zar los errores, se hicieron con un calibrador Helios (error ± 0.01) y una cinta métrica; corresponden a:

- a.- AMs Anchura máxima subterminal del rostro, a nivel de las premaxilas
- b.- Ams Anchura mínima subterminal del rostro, inmediatamente antes de la premaxila
- c.- AMP Anchura máxima preorbital del rostro, a nivel del 5° diente maxilar
- d.- Amp Anchura mínima de la constricción preorbital del rostro, a nivel del 6° diente maxilar
- e.- Ab Anchura basal del rostro, a través de los bordes anteriores orbitales
- f.- Ai Anchura interorbital, mínima anchura entre las órbitas
- g.- Ao Anchura máxima orbital, máxima distancia entre los bordes laterales de la órbita
- h.- At Anchura máxima de la tabla craneal, corresponde a los ángulos posterolaterales de la tabla craneal
- i.- Ac Anchura máxima del cráneo, entre las superficies laterales de los cóndilos mandibulares del hueso cuadrado
- j.- Alb Altura basioccipital, desde el basioccipital hasta el punto medio de la tabla craneal
- k.- Ln Longitud medial de los nasales, distancia, en línea recta, a lo largo de la sutura de los huesos nasales
- l.- Lr Longitud rostral, mínima distancia desde el punto más anterior de la sutura interpremaxilar hasta el borde anterior orbital

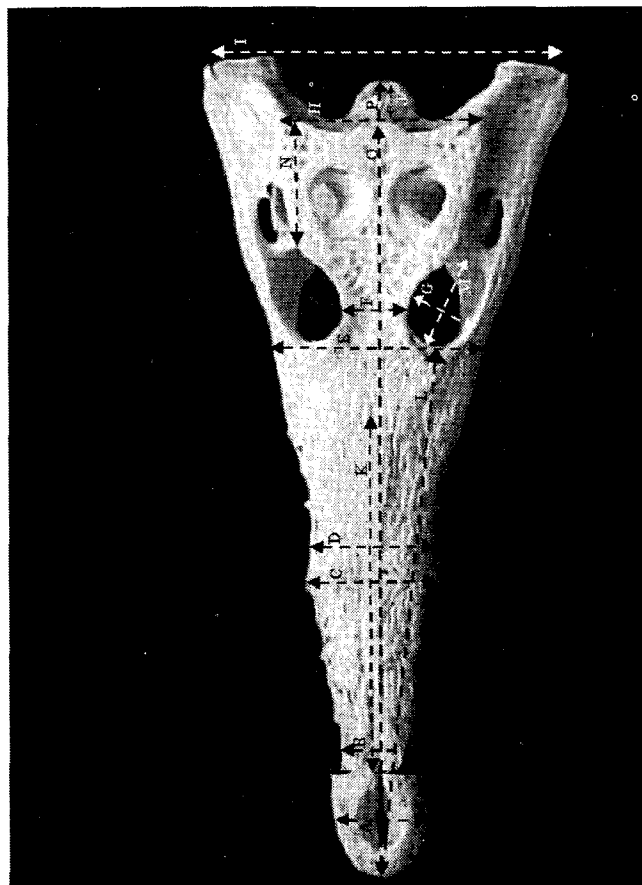


Figura 1A. Cráneo de *Crocodylus intermedius* No. 18 (nació marzo 31 de 1991, murió abril 10 de 1996) donde se indican las dimensiones con las siglas detalladas en la metodología, usadas para establecer la asociación del crecimiento con la edad de los ejemplares.

- m.- Lo Longitud máxima orbital, a nivel de los bordes anterior y posterior de la órbita
- n.- Lt Longitud de la tabla craneal postorbital, distancia desde el borde posterior orbital hasta el margen postero-lateral del escamoso
- o.- Lc Longitud medial del cráneo, desde el punto más anterior de la sutura interpremaxilar hasta el margen medial posterior de la tabla craneal
- p.- Ltc Longitud total craneal, distancia máxima desde el punto más anterior de la sutura interpremaxilar hasta la superficie posterior del cóndilo occipital

Además, de cada individuo hay registros, al momento de morir, del Peso (**Pe** en gramos) y Longitud total corporal (**LT** en milímetros =cuerpo + cola).

A partir de algunas de las anteriores variables se determinaron siete índices relativos de crecimiento siguiendo a **Hall & Portier (1994)**:

Ab/Lr (Anchura rostral)	= Anchura basal del rostro/Longitud rostral
Ai/Lo (Anchura interorbital)	= Anchura interorbital/Longitud máxima orbital
Ao/Lo (Anchura orbital)	= Anchura máxima orbital /Longitud máxima orbital
Ac/Lc (Anchura craneal)	= Anchura máxima del cráneo/Longitud medial del cráneo
Lr/Lc (Longitud rostral)	= Longitud rostral/Longitud medial del cráneo
Lo/Lc (Longitud orbital)	= Longitud máxima orbital/Longitud medial del cráneo
Lt/Ac (Longitud del techo craneal)	= Longitud del techo craneal postorbital/Anchura máxima de la tabla craneal
También se estableció el índice:	
Lc/Lt (Longitud craneal)	= Longitud medial del cráneo/Longitud total corporal

Análisis estadístico

Para los datos morfométricos en cada grupo de edad, se aplicó un análisis estadístico con el programa SAS, versión 98 que incluye **a)** Análisis de varianza **b)** Prueba de Duncan; el programa Excell 5.0 se usó para **a)** correlaciones generales, **b)** análisis de varianza entre los dos grupos formados por los índices relativos de crecimiento, **c)** regresión lineal de la relación Lc /LT.

Resultados

En el análisis de varianza se encontró que para todas las variables morfométricas (16 craneales, peso corporal y longitud total del individuo) hay diferencias significativas ($P > 0.01$), por lo tanto, existen algunas diferencias entre las medias poblacionales.

Para determinar cuáles eran los grupos que presentaban diferencias entre sí, se aplicó la **Prueba de Duncan** y se pudo concluir que, según la Tabla 1, aquellos grupos en cada variable que tienen la misma letra no presentan diferencias significativas y aquellos con letras diferentes sí las presentan con significancia $\alpha = 0.05$. Para 12 de las 18 variables se observa que no hay diferencias significativas en los rangos **I, II, III** si bien en la **LT** hay superposición de valores dado que el promedio es **I > II**. En todas

Tabla 1. Prueba de Duncan. Las Medias con la misma letra, en cada variable, no son significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$)

VARIABLES	RANGOS DE EDAD						No. de Grupos
	I	II	III	IV	V	VI	
Pe (Peso)	710.0 B	528.0 B	968.0 B	-	5750 B	44667 A	2
LT (Longitud total)	599.4 C	543.9 C	670.7 C	-	1190.0 B	2201.1 A	3
Ln (Longitud medial de nasales)	40.3 C	38.1 C	51.0 C	114.2 B	124.2 B	207.7 A	3
Lr (Longitud rostral)	51.8 C	52.2 C	65.4 C	143.1 B	15.6 B	239.0 A	3
Ab (Anchura basal del rostro)	23.7 D	22.8 D	28.8 D	58.3 C	66.9 B	92.7 A	4
Ai (Anchura interorbital)	4.1 D	3.7 D	5.0 D	15.4 C	18.4 B	27.2 A	4
AMp (Anchura máxima preorbital del rostro)	16.3 D	15.8 D	19.3 D	36.4 C	41.8 B	56.0 A	4
Amp (Anchura mínima de la constricción Preorbital del rostro)	16.2 D	15.7 D	19.1 D	3.6 C	39.2 B	52. A	4
AMs (Anchura máxima subterminal del rostro)	11.7 D	11.5 D	14.1 D	27.0 C	29.9 B	42.2 A	4
Ans (Anchura mínima subterminal del rostro)	9.1 D	9.4 D	11.2 D	20.3 C	22.4 B	30.9 A	4
At (Anchura máxima de la tabla craneal)	26.0 D	25.9 D	31.2 D	58.8 C	65.9 B	87.7 A	4
Alb (Altura basioccipital)	17.7 D	17.8 D	21.2 D	43.3 C	48.3 B	66.8 A	4
Lt (Longitud de la tabla craneal postorbital)	18.9 CD	18.5 D	31.9 C	36.8 B	39.7 B	54.8 A	4
Ltc (Longitud total craneal)	90.4 D	91.2 D	111.7 D	225.9 C	251.6 B	348.4 A	4
Ac (Anchura máxima del cráneo)	38.4 ED	37.2 E	47.4 D	94.5 C	108.9 B	146.7 A	5
Ao (Anchura máxima orbital)	14.7 E	14.4 E	16.7 D	26.4 C	28.4 B	34.0 A	5
Lc (Longitud medial del cráneo)	87.5 E	88.9 E	109.9 D	216.9 C	241.4 B	333.7 A	5
Lo (Longitud máxima orbital)	17.9 E	18.0 E	20.4 D	31.8 C	34.9 B	42.0 A	5

las variables se observa que el rango VI presenta independencia con los otros, muy seguramente debido a que no hay información para los rangos de edad de 42 a 60 meses. Las variables **Ao**, **Lo**, **Lc** son las que más grupos forman, los rangos I y II se comportan como uno solo y las diferencias dentro de los rangos demostrarían una relación entre el crecimiento del cráneo con la edad; aunque se observa que **Ac** forma 5 grupos, parte del rango I se agrupa con el II y otra parte con el III. Es conveniente recordar que **Hall & Portier** (1994) en *Crocodylus novaeguineae* encontraron que **Ao** y **Lc** son indicativos del dimorfismo sexual a partir de los 100cm de LT.

La variable que menos discriminó por rangos fue el **Pe** (sólo dos grupos), esto puede deberse a los pocos datos que se presentan en el análisis para los rangos de edad IV y V.

Patrones de crecimiento relativo del cráneo

Los índices relativos de crecimiento son empleados de una manera útil para describir los patrones ontogénicos de crecimiento y segregar especies que son similares morfológicamente **Hall & Portier** (1994).

Las figuras 2 a 8, muestran los índices relativos de crecimiento con respecto a la longitud total del cráneo indicando dos grupos bien definidos de edades, 1) los más jóvenes (6-36 meses) con tamaños entre los 41-119cm de longitud total y 2) los de mayor edad (> 60 meses) entre 203-244.7cm. Estos rangos de edad corresponderían según **Seijas** (1993) para *Crocodylus intermedius* a los estados de: *crías* (<60 cm), *juveniles* (60-120cm) y *subadultos* (120-240cm) y según **Hall & Portier** (*op.cit*) quienes trabajaron con *C. novaeguinae*, a *juveniles* y *jóvenes adultos* (de 50 a 260cm), etapa que caracteriza la forma craneal de cada especie en los Crocodylia.

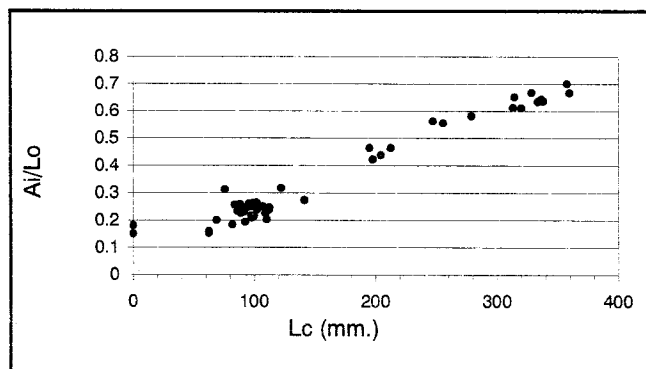


Figura 2. Índice relativo de crecimiento Anchura interorbital/Longitud Orbital (Ai/Lo) vs Longitud craneal (Lc)

Los valores de los índices relativos de crecimiento del cráneo, a medida que el individuo crece, presentan las siguientes tendencias:

- Ai/Lo** (Anchura interorbital/Longitud máxima orbital), aumenta el porcentaje de **Ai** con respecto a **Lo** (15%-66%), la longitud de la órbita se reduce con respecto a la longitud de la cabeza y aumenta el espacio entre las órbitas.
- Lo/Lc** (Longitud máxima orbital/Longitud medial del cráneo), el porcentaje de **Lo** con respecto a **Lc** disminuye (25%-12%), la longitud de la órbita se reduce con respecto a la longitud de la cabeza.
- Lr/Lc** (Longitud rostral/ Longitud medial del cráneo), el porcentaje de **Lr** con respecto a **Lc** aumenta (54%-72%), el rostro se hace más largo en animales de mayor tamaño.
- Ac/Lc** (Anchura máxima del cráneo/Longitud medial del cráneo), el porcentaje de **Ac** con respecto a **Lc**, tiende a ser constante (41%-45%).
- Lt/At** (Longitud de la tabla craneal postorbital/ Anchura máxima de la tabla), el porcentaje de **Lt** con respecto a **At** disminuye (78%-59%), la tabla craneal se ensancha ligeramente en los animales de mayor tamaño.
- Ab/Lr** (Anchura basal del rostro /Longitud rostral), el porcentaje de **Ab** con respecto a **Lr** disminuye (52%-36%), la base del rostro en animales grandes tiende a angostarse ligeramente en la base.
- Ao/Lo** (Anchura máxima orbital /Longitud máxima orbital), el porcentaje de **Ao** con respecto a **Lo** se mantiene relativamente constante (77%-87%).

Los resultados presentan una serie de cambios en las proporciones para los animales a medida que abandonan la etapa de cría y alcanzan las etapas de juveniles y de subadultos. Con el crecimiento longitudinal del cráneo, éste sufre algunos cambios como disminución en el ta-

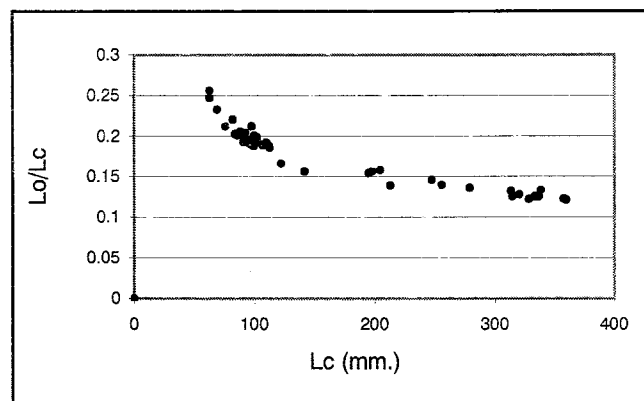


Figura 3. Índice relativo de crecimiento Longitud orbital/Longitud craneal (Lo/Lc) vs. Longitud craneal (Lc)

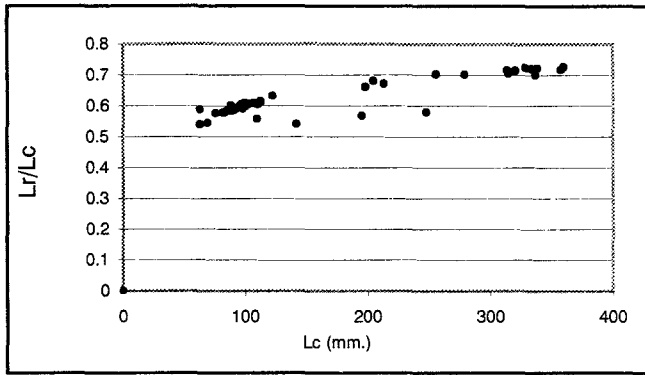


Figura 4. Índice relativo de crecimiento Longitud del rostro/Longitud craneal (Lr/Lc) vs Longitud craneal (Lc)

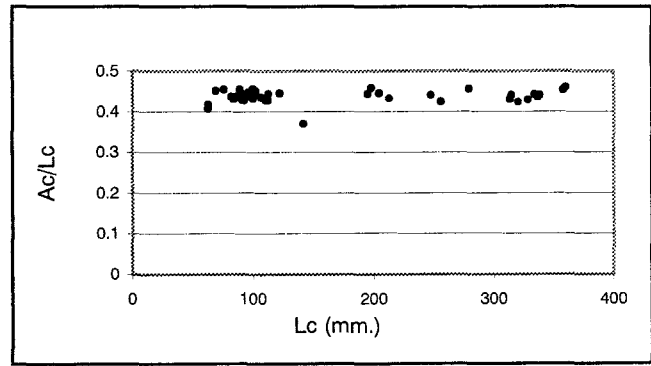


Figura 5. Índice relativo de crecimiento Anchura craneal/Longitud craneal (Ac/Lc) vs. Longitud craneal (Lc)

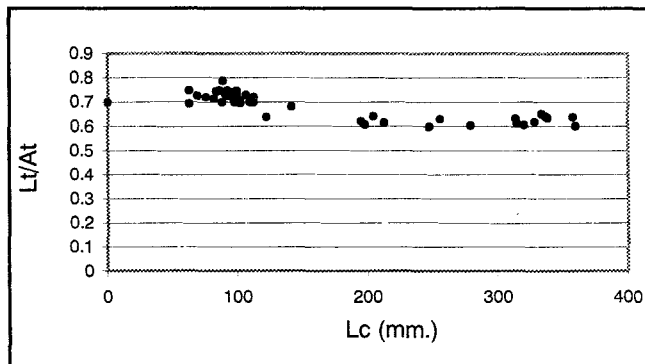


Figura 6. Índice relativo de crecimiento Longitud del techo craneal postorbital/Anchura máxima de la tabla craneal (Lr/At) vs. Longitud craneal (Lc)

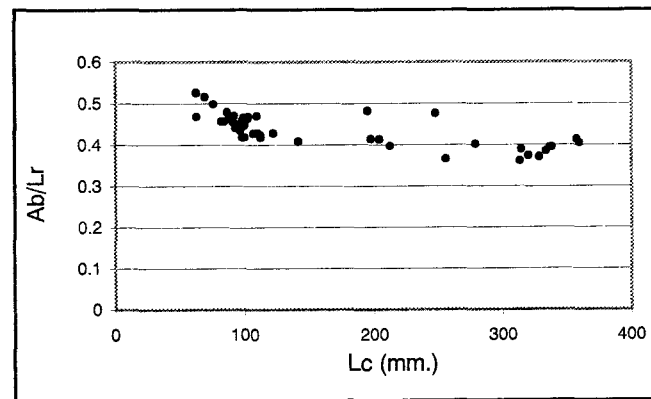


Figura 7. Índice relativo de crecimiento Anchura basaldel rostro/ Longitud rostral (Ab/Lr) vs Longitud craneal (Lc)

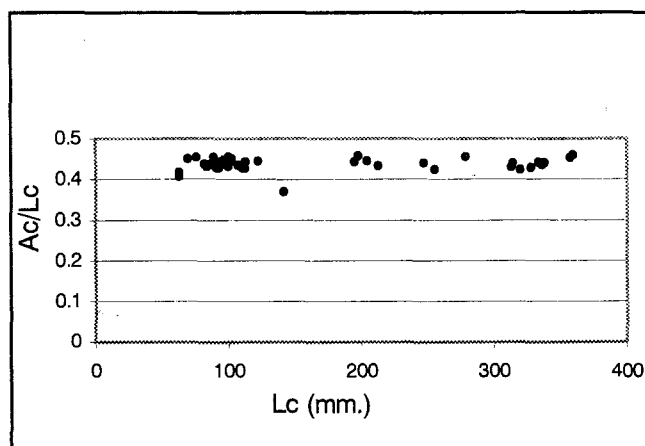


Figura 8. Índice relativo de crecimiento Anchura máxima orbital/ Longitud máxima orbital (Ao/Lo) vs. Longitud craneal (Lc)

maño de las órbitas, aumento de la anchura interorbital, el rostro se hace más largo y angosto hacia la base y disminuye la longitud de la tabla craneal.

Correlaciones

Los valores de los coeficientes de correlación (Tabla 2) para la mayoría de las 18 variables son superiores ($r > 0.99$) y en unos pocos ($r > 0.90$), demostrándose un alto grado de asociación entre las variables ($r^2 > 0$, $\alpha = 0.01$). Los valores altos de correlación llevan implícita una alta integración morfológica debido a una mínima variabilidad individual, **Beltrán** (1998), lo que es aplicable en nuestro caso, aún sin conocer el dimorfismo sexual pero sí el origen de los individuos que son muy emparentados genéticamente porque provienen de máximo dos parejas.

Conocer la edad de un animal es importante para determinar la estructura, madurez sexual y longevidad de una población, así como para establecer modelos de dinámica poblacional para el manejo de animales en cautiverio y en medio silvestre. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el tamaño y por lo tanto el crecimiento de un individuo depende principalmente de la interacción de las variables temperatura, densidad poblacional y alimento (cantidad, calidad) principalmente en cautiverio y probablemente también en medio silvestre. **Hutton** (1987) indica que cuando no se conoce la edad de un individuo vivo, además de las curvas de crecimiento, se puede estimar basándose en el conteo de los "anillos de crecimiento (=láminas de la corteza de los huesos)" observables en los osteodermos más grandes del cuello, y cuando están muertos en los de los huesos largos (= fémur), **Hall & Portier** (1994) indican que ésta última es la más exacta.

Relación longitud medial del cráneo vs longitud total (Lc/LT)

Con base en los dos grupos que se forman al analizar los índices craneales (Figs.2-8), se determinó, con una regresión lineal, que se presenta una alta correlación tanto en los individuos pequeños (LT=41-112cm, $r^2=0.88$) como en los grandes (LT=203-244cm $r^2=0.858$), así estos valores sean menores a los reportados por **Woodward et al.** (1995) para *Alligator mississippiensis* ($r^2 > 0.98$ en los dos sexos) y **Hall & Portier** (1994) para *Crocodylus novaeguinae* ($r^2 > 0.96$ para machos y $r^2 > 0.87$ para hem-

bras), pero se confirma que la cabeza es un buen indicador de la longitud corporal.

Se realizó un análisis de varianza entre los individuos pequeños ($n=31$) y grandes ($n=9$). Con los valores de la relación Lc/LT obtenidos entre las medias de los dos grupos, no hubo diferencia significativa ($\alpha=0.05$), esto indica que la proporción tiende a ser constante. El promedio de la proporción es 0.15 o sea que la longitud total corporal es 6.5 veces la longitud medial craneal (1:6.5) en la muestra estudiada, sin embargo puede existir diferencia por dimorfismo sexual como sucede en *Alligator mississippiensis* donde se encontró (en una muestra de 385 individuos mayores de 120cm de LT) que la relación es constante en las hembras, mas no en los machos.

Conclusiones y recomendaciones

- Las variables craneométricas Longitud medial del cráneo (Lc), Anchura máxima orbital (Ao) y Longitud máxima orbital (Io) resultaron ser buenos indicadores en los *Crocodylus intermedius* criados en cautividad para los rangos de edad de 6 meses así como para los de 12 en adelante.
- El grupo de animales estudiados se ubicó en las categorías de crías, juveniles y subadultos, en estas etapas los índices relativos de crecimiento varían y se manifiestan en la morfología craneal, hasta que adquieren las características propias de la especie. Se

Tabla 2. Matriz de correlación entre variables craneométricas en *Crocodylus intermedius*

Variables	Alb	Ai	At	Ac	AMp	AMs	Amp	Ams	Lo	Lc	Lr	Ltc	Ab	Ao	Ln	Lt	LT	Pe
Alb	1																	
Ai	0.997	1																
At	0.999	0.995	1															
Ac	0.999	0.996	0.999	1														
AMp	0.998	0.995	0.998	0.998	1													
AMs	0.999	0.996	0.998	0.998	0.999	1												
Amp	0.998	0.995	0.998	0.998	1.000	0.999	1											
Ams	0.995	0.992	0.995	0.996	0.996	0.997	0.996	1										
Lo	0.991	0.992	0.990	0.990	0.991	0.992	0.991	0.990	1									
Lc	0.998	0.995	0.999	0.998	0.997	0.998	0.996	0.995	0.991	1								
Lr	0.999	0.997	0.999	0.999	0.997	0.998	0.996	0.995	0.992	0.999	1							
Ltc	0.999	0.996	0.999	0.999	0.998	0.998	0.997	0.996	0.992	0.999	1.000	1						
Ab	0.933	0.931	0.928	0.934	0.934	0.932	0.932	0.943	0.927	0.930	0.931	0.931	1					
Ao	0.994	0.989	0.996	0.995	0.994	0.993	0.994	0.992	0.983	0.995	0.994	0.995	0.920	1				
Ln	0.994	0.991	0.996	0.995	0.993	0.993	0.993	0.992	0.985	0.996	0.995	0.996	0.924	0.997	1			
Lt	0.998	0.994	0.998	0.998	0.997	0.997	0.997	0.994	0.986	0.997	0.997	0.998	0.933	0.994	0.994	1		
LT	0.997	0.995	0.996	0.997	0.995	0.996	0.995	0.993	0.987	0.996	0.997	0.996	0.938	0.990	0.991	0.997	1	
Pe	0.966	0.962	0.959	0.961	0.965	0.967	0.965	0.958	0.957	0.954	0.958	0.958	0.909	0.945	0.942	0.961	0.966	1

diferenciaron dos grupos con variación en el tamaño de las órbitas, del rostro, anchura interorbital, anchura craneal y base del rostro.

- La alta correlación de las variables morfométricas del grupo de *Crocodylus intermedius* estudiado puede deberse, entre otros factores, a la poca de variabilidad genética dado que corresponde a dos grupos hermanos.
- Por ser el cráneo un elemento importante en la taxonomía de los Crocodylia, es conveniente no sólo analizar la morfología dorsal, sino también la ventral, lateral y mandibular así como establecer los índices relativos de crecimiento del cráneo para realizar comparaciones entre especies similares morfológicamente.
- Se hace de extrema necesidad asociar a la craneometría, el dimorfismo sexual.
- Es válido el concepto de observar la dimensión de la tabla craneal (estimada), en el medio silvestre, porque está comprobado que esta medida de la cabeza es un buen indicador del tamaño de los ejemplares.
- Es necesario cumplir con la recomendación citada en la literatura en el sentido que la toma de la dimensión **LT** (longitud total), se haga independiente la **LR-C** (longitud rostro-cloaca) y la **Lc** (longitud cola) y no como una sola medida.
- Es importante que en todos los estudios se tenga en cuenta el índice de Longitud medial del cráneo con relación a la Longitud total (**Lc/LT**) para estimar con precisión el tamaño del animal tanto en medio silvestre como en cautividad.
- Es conveniente observar en los animales en cautiverio, las dimensiones en las huellas de anchura del cuerpo, de las manos y los pies, para poder estimar en el medio silvestre, con mayor precisión, el tamaño del individuo con base en las fotos y /o huellas.

Agradecimientos

De manera muy especial a los funcionarios de la E.B.T.R.F. (Fernando Erazo, Claudia González, Pedro Junco, Manuel Molina, Custodio Perilla, Nestor Rodríguez, Adela de Ruiz, Régulo Sua, César Uruña) por su disposición en el mantenimiento de los cráneos y a su Director el profesor Jaime Ramírez por el préstamo de los ejemplares. Igual reconocimiento, por su constan-

te asesoría en el uso de la estadística, merecen los profesores Orlando Martínez de la Facultad de Agronomía, Alvaro Wills de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá y la Zootecnista Nancy Sánchez. La Bióloga Jeannette Nieto gentilmente hizo la foto digital y arregló la Figura 1A. El profesor Pedro Ruiz fue un impulsor (en 1997) para que publicásemos este trabajo.

Bibliografía

- Beltrán, D.**, 1998. Contribución a la taxonomía de las subespecies colombianas de *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758). 115pp. Trabajo grado Biólogo. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Gans, C.**, 1980. Allometric changes in the skull and brain of *Caiman* crocodiles. *Journal Herpetology*, **14** (3): 295-297.
- Hall, P. M. & K. M. Portier.** 1994. Cranial morphometry of New Guinea crocodiles (*Crocodylus novaeguinae*): ontogenetic variation in relative growth of the skull and an assessment of its utility as a predictor of the sex and size of individuals. *Herpetological Monographs*, **8** : 203-225.
- Hutton, J. M.**, 1987. Techniques for ageing wild crocodylians, pp. 211-216. In: **Webb, G. J. W., S. C. Manolis, & P. J. Whitehead** (Eds.). *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*. Surrey Beatty & Sons, Ltda. Chipping Norton, Australia.
- Iordansky, N. N.**, 1973. The skull of the Crocodylia, pp 201-262. In **Gans, C. & T. S. Parsons** (Eds.). *Biology of the Reptilia*. Vol. 4. Academic Press, New York.
- Lugo, L. M.**, 1995. Cría del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación de Biología Tropical "Roberto Franco", Villavicencio, Meta. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, **19** (4): 601-606.
- Medem, F.**, 1958. Informe sobre Reptiles Colombianos III: Investigaciones sobre la anatomía craneal; distribución geográfica y ecología de *Crocodylus intermedius* (Graves) en Colombia. *Caldasia*, **8** (37): 175-215.
- Monteiro, L. R. & M. Soares.** 1997. Allometric analysis of the ontogenetic variation and evolution of the skull in *Caiman* Spix, 1925 (Crocodylia: Alligatoridae). *Herpetologica*, **53** (1): 62-69.
- Seijas, A. E.**, 1993. Estado poblacional y aspectos ecológicos del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en los ríos Cojedes y Sarare. Venezuela. Univ. Nac. Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". UNELLEZ. Guanare, Portuguesa. Venezuela. 38 pp.
- Vanzolini, P. E. & N. Gomes.** 1979. Notes on the ecology and growth of amazonian caimans (Crocodylia, Alligatoridae). *Papéis Avulsos Zool.*, **32** (17): 205-216.
- Webb, G. J. W. & H. Messel.** 1978. Morphometric analysis of *Crocodylus porosus* from the North Coast of Arnhem Land, Northern Australia. *Aust. J. Zool.*, **26**: 1-27.
- Woodward, A. R., J. H. White & L. Stephen.** 1995. Maximum size of the alligator (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Herpetology*, **29** (4): 507-513.