

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

---

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

---



Separata

VOLUMEN XXIII

DICIEMBRE DE 1999  
SANTAFE DE BOGOTÁ, D.C. - COLOMBIA  
<http://www.accefyn.org.co/PubliAcad/rev/rev.htm/>

SUPLEMENTO  
ESPECIAL

# EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN *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.:** Evaluación del crecimiento en *Crocodylus intermedius* nacidos en la Estación de Biología Tropical “Roberto Franco” de Villavicencio. Rev. Acad. Colomb. Cienc., **23** (Suplemento especial): 425-435, 1999. ISSN 0370-3908.

Con la postura de una de las parejas que se mantienen en cautiverio en la Estación de Biología Tropical “Roberto Franco” se pudo hacer una serie de observaciones, una de las cuales se analiza en este trabajo que pretende conocer algunos aspectos que puedan conducir a establecer modelos de crecimiento durante el primer año de vida, para tratar de entender características fisiológicas, de comportamiento, de madurez sexual, que sirvan para determinar el momento oportuno para llevar los animales a su medio natural.

**Palabras clave:** Caimán del Orinoco *Crocodylus intermedius*, Huevos, Crecimiento, Análisis estadístico.

## Abstract

A series of observations were made on a nest of *Crocodylus intermedius* maintained in the Tropical Biological Station “Roberto Franco”. These observations allow us to establish growth models for the first year of life, to try to understand physiological characteristics, behavior, and sexual maturity, which will be important parameters to know before repopulation efforts are undertaken.

**Key words:** Caiman of the Orinoco, *Crocodylus intermedius*, Eggs, Growth, Statistical analysis.

\* 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@col1.telecom.com.co \*\*\*\* Zootecnista Universidad Nacional, E-mail: drcardenasr@latinmail.com Santafé de Bogotá, Colombia.

## Introducción

El crecimiento de los animales depende de las condiciones ambientales y principalmente de la disponibilidad y facilidad de acceder al alimento. Los reptiles por ser animales poiquiloterms presentan curvas de crecimiento diferentes a las de otros grupos animales, que puede ser rápido en los primeros años de vida y lento en los años posteriores, pero crecen durante toda la vida y pueden restringir su talla cuando permanecen en áreas pequeñas.

En los Crocodylia, sobre el crecimiento y los factores que influyen en él, son numerosos los estudios realizados, **Thorbjarnarson** (1989) reporta que la tasa de crecimiento general disminuye con la edad, que hay un mayor índice de crecimiento durante los primeros tres meses de vida y disminuye a partir del primero o segundo año; **Evans** (1976) reporta que los Alligatoridae crecen cerca de 30cm por año durante los primeros cinco a siete años si tienen la nutrición y ambiente apropiados, para Crocodylidae dice que los adultos pueden tener una longitud entre 5 y 7 metros y que al nacer de 20 a 30cm, que crecen rápidamente en los primeros cinco años.

Con relación a la influencia de la temperatura se dice que es un factor determinante en la tasa de crecimiento, pues cuando disminuye, igualmente disminuyen los procesos metabólicos. En aligatóridos, **Chabreck & Joanen** (1979) reportan cerca de siete meses de crecimiento para los inmaduros, período similar al observado para los adultos por **Joanen & McNease** (1971); las estaciones frías retardan y pueden llegar a detener el crecimiento de los individuos, **Coulson, et al.** (1973), informaron que bajo condiciones de laboratorio no hay ninguna actividad de alimentación a temperaturas menores de 22°C y por consiguiente el crecimiento se detiene; **Chabreck & Joanen** (*op. cit.*) señalan que durante la temporada de invierno (oct. – mar.) *Alligator mississippiensis* no tienen crecimiento.

Otro factor determinante en el crecimiento es la disponibilidad de alimento, por ejemplo **Gorzula in Dixon & Staton** (1983) observó que individuos de *Caiman crocodilus* en sectores de los llanos venezolanos necesitaron seis años para lograr una longitud de un metro y que en otras áreas o en cautividad esa longitud se puede alcanzar en tres años o menos; **Dixon & Staton** (*op.cit.*) indican que en los mismos llanos el crecimiento es más rápido durante la época más lluviosa por la mayor productividad y disponibilidad de comida; **Joanen & McNease** (1987) en aligatores, no encontraron, en términos de longitud, diferencias significativas cuando los

animales se alimentaron con pescado o con nutria, pero sí las hubo en el peso corporal.

La frecuencia de alimentación, comparando los animales cautivos y los del hábitat natural, presenta gran variación, **Rodríguez** (1989) evaluó el crecimiento en cautividad en neonatos y juveniles de *Caiman crocodilus fuscus* variando la dieta y frecuencia de alimentación, encontró que el crecimiento es mayor cuando los animales se alimentan cinco días a la semana: **Piedra, et al.** (1996-1997), evaluaron en juveniles de *Crocodylia acutus*, en cautiverio, dietas (carne roja y pescado), frecuencias de alimentación (3 y 5 días/sem) y densidad de población (5 y 9 ind/m<sup>2</sup>), concluyen que para la ganancia de peso es más significativo el consumo de carnes rojas con una frecuencia de 5 días y para el aumento de longitud total (LT), el consumo de pescado con una frecuencia de 3 días por semana y que la mayor densidad de población fue significativa para ambas variables (LT y PC); **Cárdenas** (1994), en juveniles en cautiverio, de *Caiman crocodilus* y *Crocodylus intermedius*, evaluó la influencia que el procesamiento (peletizado y extrudizado) de un alimento formulado, comparado con una dieta tradicional (pescado más premezcla vitamínica mineral) tiene sobre el crecimiento de estos animales y llegó a comprobar que para *Caiman* es mejor el peletizado y para *Crocodylus* el extrudizado; **Garnes** (1983) observó neonatos en poblaciones naturales y cautivas de *Crocodylus porosus* y concluyó que el consumo de alimento es menor en medio natural y que en el aumento de talla corporal es mínima la diferencia, pero sí adquiere mayor peso en animales en cautiverio.

Muchos investigadores difieren respecto a la influencia del sexo en la tasa de crecimiento de los animales, otros opinan que ésta no se diferencia hasta que los individuos alcanzan cierto desarrollo sexual. **Chabreck & Joannen** (1979) utilizando los datos de 321 observaciones realizadas entre 1959 y 1976 de *Alligator mississippiensis* marcados y recapturados, determinaron que las diferencias en las tasas de crecimiento entre machos y hembras se presentan después de alcanzar una longitud total de 1.0m. y establecieron un modelo matemático donde estiman que los machos crecen de forma rápida hasta los 20 años cuando logran una talla promedio de 3.5m. de LT y continúa en forma lenta hasta alcanzar una talla máxima de 4.2m. a los 80 años, que las hembras disminuyen su crecimiento después de los 10 años sólo miden alrededor de 2.55m. a los 20 años y una longitud máxima de 2.73m a los 45 años.

**Thorbjarnarson** (1996), señala que la madurez sexual varía con la especie y al ser tan difícil determinar la edad

de los Crocodylia, se ha establecido su madurez sexual por la talla, basándose en observaciones de hembras, señala que la etapa reproductiva se inicia en *Crocodylus acutus* cuando logra una LT de 266cm, *Crocodylus intermedius* 299cm, *Melanosuchus niger* 280cm, *Caiman crocodilus* 143cm.

Los modelos de crecimiento en reptiles son difíciles de interpretar, debido a la gran variación individual. **Magnusson et al.** (1997) observaron el crecimiento de un macho de *Paleosuchus trigonatus* en medio natural, aplicaron un modelo propuesto por **Magnusson & Lima** (1991) basado en individuos pequeños y/o bien desarrollados de la misma especie y estimaron que la edad de este era de nueve años; durante siete años de observación el animal creció hasta los 75cm de longitud rostro cloaca, crecimiento mayor al propuesto por el modelo que estima esta talla para los 20 años; otras opiniones se han dado respecto al índice de crecimiento de los Crocodylia en cautiverio vs en libertad, **Rodríguez** (1989), encontró que *Caiman sclerops fuscus* (neonatos y juveniles) crecen más en medio natural que los criados en cautiverio, contrario a lo expresado por **Seijas et al.** (1990) quienes evaluaron el crecimiento de neonatos y juveniles ( $\leq 15$  meses) de *Crocodylus acutus* en Venezuela, además reportan que igual sucede con *Crocodylus intermedius*.

El crecimiento de los Crocodylia, como en todas las especies, depende de las mejores condiciones genéticas, sanitarias, nutricionales, ambientales e individuales, en condiciones silvestres no es sólo su crecimiento sino también la supervivencia, por ello la cría en cautiverio es una opción para poder recuperar las especies y liberarlas cuando las posibilidades de llegar a edad adulta y poderse reproducir sean óptimas.

Sobre *Crocodylus intermedius* de Colombia poco se conoce en este aspecto, la bibliografía disponible informa que tiene una distribución muy restringida y que sus poblaciones están menguadas y con pocos individuos jóvenes y/o pequeños lo cual conlleva a mayor riesgo la supervivencia de esta especie **Barahona et al.** (1996). En la Estación de Biología Tropical Roberto Franco de la Universidad Nacional de Colombia, en Villavicencio (Meta), se han hecho varias investigaciones en Crocodylia, principalmente en *Crocodylus intermedius*, del cual se han obtenido varias crías con miras a realizar introducciones en medio natural. De 1995 a 1997 la primera autora permaneció en la Estación, período en el cual se finalizaba el "Programa para la conservación del caimán del Orinoco *Crocodylus intermedius*", simultáneamente se hicieron observaciones pertinentes para hacer

posible que nuestro trabajo de a conocer aspectos conducentes a establecer modelos de crecimiento, los cuales ayudarán a entender características fisiológicas, de comportamiento, de madurez sexual, que llevarán a determinar el momento oportuno para incorporar los animales a su medio natural.

## Materiales y métodos

El 22 de febrero de 1996 se sacaron los huevos puestos en la temporada reproductiva de diciembre (28-30) de 1995, una vez pesados, medidos (largo, ancho, banda opaca) y marcados se mantuvieron en condiciones controladas, (detalles ver **Ardila-R., et al.** en este volumen). Los neonatos se mantuvieron en acuarios de ca. 60x80cm cuidando que la temperatura no estuviese por debajo de 23°C, durante los primeros siete meses, al cabo de los cuales fueron trasladados al aire libre a estanques de cemento de 1.2x3.0m, donde ca la mitad tiene un espejo de agua con una profundidad de 35cm aproximadamente. La alimentación se basó en alevinos vivos y pescado picado, calculando un porcentaje de 7% del peso vivo de cada animal.

Las variables que se midieron fueron: en gramos **Peso Corporal** (PC), en milímetros (mm) **Longitud Total** (LT) desde el extremo rostral al extremo de la cola (LR-C + LCo), **Longitud Rostro- Cloaca** (LR-C) desde el extremo rostral hasta el borde anterior del orificio anal, **Longitud de la Cabeza** (LCA) desde el extremo del rostro hasta la borde posterior de la mandíbula, **Longitud de la Tabla Craneal** (LTc) desde el extremo del rostro hasta el borde posterior del hueso parietal, **Longitud de la Cola con cresta doble** (LCo2), **Longitud de la Cola con cresta sencilla** (LCo1), **Circunferencia de Tórax** (CTo) perímetro del tórax por debajo de los miembros anteriores, **Circunferencia del Vientre** (CVi) perímetro del vientre en la parte más ancha, **Circunferencia de la pelvis** (CPe) perímetro al nivel de la cintura pélvica, **Circunferencia de la base de la Cola** (CCo) perímetro de la cola detrás de los miembros posteriores. Las mediciones en el primer mes se hicieron cada 2-4 días, de mayo a noviembre cada 7 días y a partir de diciembre cada 30 ó 35 días.

Con los datos de los huevos y su respectivo neonato se realizó un "análisis de regresión múltiple por pasos" para determinar cuál de las variables del huevo tienen mayor influencia en la talla y el peso del individuo. Se hicieron análisis de varianza y regresiones lineales, polinomiales de 2° y 3° grado y logarítmicas para cada una de las variables y así obtener una ecuación de predicción por el método de los mínimos cuadrados, utilizando la edad en días (X) como variable independiente;

se realizó una matriz de correlación y un análisis de componentes principales. Para determinar el crecimiento diario se utilizó la fórmula

$$V_2 - V_1/n$$

donde  $V_1$  = valor inicial de la variable,

$V_2$  = valor final de la variable,

$n$  = número de días entre toma de datos.

El crecimiento ponderado para nuestro caso fue sobre 361 días, como el crecimiento no fue constante durante todo el año se calculó el crecimiento "absoluto", utilizando en la fórmula el número de días entre toma de datos; para estimar el crecimiento ponderado por mes se consideran los meses de 30.4 días. Además se calcularon las relaciones porcentuales para estimar algunos índices de crecimiento. Todos los análisis estadísticos fueron hechos con el programa SAS versión 1998.

Los animales continuaron su crecimiento en la Estación "Roberto Franco", algunos murieron, pero como información adicional se presentan los datos de crecimiento promedio durante el segundo y tercer año de vida teniendo como referencia la talla de los individuos a los 696 y 1013 días de edad.

## Resultados y discusión

**Huevos – Neonatos:** Los resultados promedio de los 14 huevos eclosionados para las variables de peso (132gr.), longitud (80mm), anchura (51mm.), no difirieron mucho con los promedios de la nidada completa de 36 huevos, (126.7gr., 81mm. y 51.2mm). En las características de peso y longitud total evaluadas en los neonatos ( $P_{(n)} = 86.26\text{gr.}$ ,  $LT_{(n)} = 268.67\text{mm}$ ) se encontró que para cada variable es más significativo el peso del huevo que su longitud y su anchura y en las interacciones de estas tres características, la longitud y la anchura no fueron significativas para el peso o la talla de los individuos; mediante los análisis se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

$$P_{(n)} = -23.34 + 0.912P_{(h)}, \quad (r^2 = 0.85)$$

$$LT_{(n)} = 1060.38 + 13.214 P_{(h)}, \quad (r^2 = 0.71)$$

Donde

$$P_{(h)} = \text{Peso huevo}$$

$$P_{(n)} = \text{Peso neonato}$$

$$LT_{(n)} = \text{Longitud total neonato}$$

Entonces los huevos de mayor peso dan crías de mayor tamaño y peso lo que coincide con lo comentado por **Uribe** (1999 com. pers.) quien en estudios con tortugas encontró que el peso de los huevos es la característica más determinante en la talla de los individuos y similar a lo reportado por **Dixon & Staton** (1983).

## Crecimiento

El crecimiento de las variables consideradas presenta la misma tendencia de ser relativamente constante durante todo el período, se presenta una disminución promedio entre los días 187 a 213 de edad, luego de lo cual se presenta un crecimiento compensatorio, este comportamiento puede atribuirse al traslado de los individuos a estanques con más espacio, lo cual evita estrés y competencia en los animales tanto en territorio como en acceso al alimento y permite mayor movilidad.

Del análisis de regresión se obtuvieron las ecuaciones de la Tabla 1 que mejor representan el crecimiento de las variables en función de la edad en días (X) y en la Tabla 2 el aumento promedio de la variables durante los primeros tres años.

Los resultados de crecimiento ponderado y "absoluto" en días y meses se presentan en las Tablas 3 y 4, las relaciones porcentuales entre algunas variables para establecer índices de crecimiento en la Tabla 5 y las correlaciones entre variables en la Tabla 6.

**Peso (PC).** El incremento de peso desde la eclosión hasta los 361 días fue de 623.2 gr. el aumento ponderado de 52.48 gr/mes y 1.72gr/día. pero los promedios absolutos presentan mucha variación en las diferentes temporadas (Fig. 1)

**Webb et al.** (1998) reportan que *Crocodylus porosus* de acuerdo a la LT, presentaron diferentes aumentos de PC: 310–320mm, 0.5 gr/día; 350mm, 0.6gr/día; 360–410mm, 0.7 gr/día; 450mm 1.2gr /día; 500mm 1.6 gr/día; **Magnusson & Taylor** (1981) para neonatos de esta misma especie (< 3 meses) con tallas entre 370–430mm de LT., reportan crecimientos entre 0.5 y 1.7 gr/día.

Al observar los datos de crecimiento absoluto de PC en *Crocodylus intermedius* notamos que durante los primeros 6 meses (1–187 días) el índice de crecimiento aumenta, pero durante la etapa de 187 a 213 días (=6-7 meses) se presenta una fuerte disminución con promedio de 0.78gr/día que podría atribuirse al hecho que los animales se encontraban en los acuarios y el espacio era demasiado pequeño, lo cual causaba estrés afectando directamente el consumo y/o conversión alimenticia, otro

**Tabla 1.** Ecuaciones de crecimiento de las variables relacionadas con la edad en días (x), PC (g.), Longitudes y circunferencias (mm.)

Variable		Ecuación	r <sup>2</sup>
Peso	PC	$83.153 + 0.22X + 0.0043 X^2$	0.99
Longitud Rostro- Cloaca	LR-C	$126.54 + 0.57X - 0.000344X^2$	0.99
Longitud Total	LT	$276.47 + 1.07X - 0.0022 X^2 + 0.0000039 X^3$	0.99
Longitud Cabeza	LCa	$56.378 + 0.117X + 0.0000359X^2$	0.98
Longitud Tabla Craneal	LTc	$49.186 + 0.0858X + 0.000166X^2 - 0.00000029X^3$	0.99
Long. Cola cresta doble	LCo2	$84.586 + 0.280X - 0.000547X^2 + 0.00000115X^3$	0.98
Long. Cola cresta sencilla	Lco1	$64.547 + 0.223X - 0.000652 X^2 + 0.00000099 X^3$	0.97
Circunferencia de Tórax	CTo	$72.308 + 0.250X$	0.95
Circunferencia de Vientre	CVi	$107.962 - 0.081X + 0.00167X^2 - 0.0000024X^3$	0.95
Circunferencia de Pelvis	CPe	$60.357 + 0.339X - 0.00022 X^2$	0.96
Circunferencia de Cola	CCo	$44.67 + 0.467X - 0.000972X^2 + 0.00000131X^3$	0.99

**Tabla 2.** Aumento promedio de las variables durante los tres primeros años

Edad en días	PC	LT	LR-C	LCa	LTc	LCo2	LCo1	CTo	Cvi	CPe	CCo
1 - 361	623.20	267.96	128.86	42.06	34.34	71.14	40.06	81.69	67.50	81.47	82.03
361 - 696	3387.89	460.46	254.56	75.61	63.46	159.44	78.78	142.72	177.84	140.45	124.56
696 - 1013	4716.00	332.00	162.00	60.10	48.73	103.00	47.00	85.50	110.33	82.67	83.17

**Tabla 3.** Crecimiento absoluto y ponderado por día de *Crocodylus intermedius* hasta los 361 días de edad

Edad en días	No. días	PC	LT	LR-C	LCa	LTc	LCo2	LCo1	CTo	CVi	CPe	CCo
1 - 38	37	0.14	1.41									
38 - 60	22	0.82	0.91	0.31	0.31	0.15	0.28	0.32	0.34	0.12	0.20	0.34
60 - 94	34	0.90	0.64	0.42	0.05	0.12	0.19	0.13	0.25	0.06	0.21	0.30
94 - 122	28	1.13	0.55	0.70	0.11	0.08	0.21	0.10	0.16	0.19	0.44	0.37
122 - 157	35	1.90	0.78	0.46	0.15	0.12	0.28	0.10	0.33	0.37	0.30	0.24
157 - 187	30	1.66	0.71	0.45	0.15	0.13	0.13	0.12	0.39	0.45	0.31	0.31
187 - 213	26	0.78	0.60	0.18	0.14	0.07	0.23	0.08	0.19	0.20	0.23	0.14
213 - 276	63	1.89	0.73	0.42	0.10	0.12	0.19	0.12	0.08	0.05	0.16	0.20
276 - 327	51	2.24	0.57	0.27	0.13	0.08	0.18	0.13	0.89	0.94	0.78	0.13
327 - 361	34	4.60	0.57	0.33	0.10	0.08	0.31	0.09	0.55	0.43	0.54	0.38
Promedio ponderado		1.72	0.74	0.40	0.13	0.11	0.22	0.12	0.25	0.21	0.25	0.25

**Tabla 4.** Crecimiento absoluto y ponderado por mes de *Crocodylus intermedius* hasta los 361 días de edad

Edad en días	No. días	PC	LT	LR-C	LCa	LTc	LCo2	LCo1	CTo	CVi	CPe	CCo
1 - 38	37	5.27	52.17									
38 - 60	22	18.08	20.00	6.83	6.75	3.29	6.25	7.08	7.58	2.67	4.42	7.58
60 - 94	34	30.44	21.75	14.17	1.75	4.03	6.42	4.25	8.58	1.92	7.25	10.25
94 - 122	28	31.68	15.50	19.58	2.96	2.38	5.75	2.67	4.50	5.33	12.33	10.33
122 - 157	35	66.51	27.17	16.00	5.28	4.04	9.83	3.42	11.58	12.83	10.42	8.33
157 - 187	30	49.74	21.25	13.42	4.52	4.02	3.83	3.67	11.67	13.50	9.42	9.17
187 - 213	26	20.25	15.55	4.73	3.61	1.95	6.00	2.09	4.91	5.18	6.00	3.64
213 - 276	63	118.93	46.00	26.33	6.08	7.57	12.22	7.33	4.83	3.29	9.83	12.63
276 - 327	51	114.47	29.11	13.78	6.61	3.84	9.00	6.67	45.38	48.00	39.75	6.88
327 - 361	34	156.33	19.25	11.22	3.54	2.56	10.44	2.94	18.56	14.56	18.33	13.00
Promedio ponderado		52.48	22.56	12.13	3.96	3.23	6.70	3.77	7.69	5.92	7.67	7.72

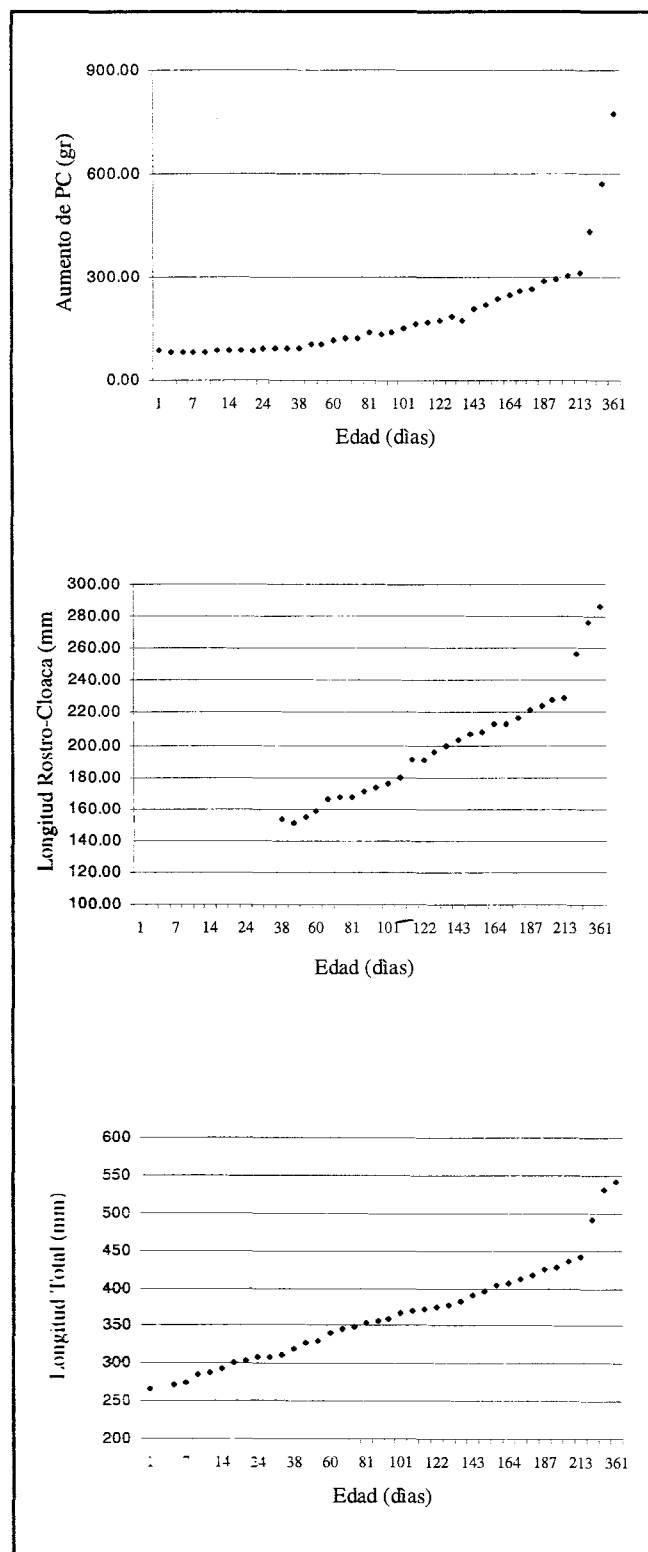
El crecimiento ponderado por mes de los *Crocodylus intermedius* en este estudio (52.48 gr/mes) es bastante alto si se comparan con los resultados obtenidos por **Piedra et al.** (1996-1997) con neonatos de *C. acutus* quienes en su prueba obtuvieron un valor tan bajo de 2.96 gr/mes y promedios entre 21.61 a 33.68 gr/mes en individuos hasta los seis meses de edad aproximadamente.

**Longitud Rostro - Cloaca (LR-C).** El aumento ponderado de la LR-C es de 0.40mm/día, pero al observar la tabla de crecimiento absoluto no es constante durante todo el período, entre los 187 a 213 días (=6-7meses) hay un descenso que en la Fig. 2 se observa como una etapa sin incremento pero después hay un crecimiento compensatorio.

El crecimiento promedio de los *Crocodylus intermedius* de la E.B.T.R.F. durante el primer año fue de 128.86mm. similar a lo encontrado por **Brandt** (1991) quien evaluó el crecimiento de aligatores juveniles en Carolina del Sur y observó un crecimiento promedio de 106mm/año (para 0-12 meses), de 110mm/año (para 12-24 meses) y de 75.4mm/año (para 24-36 meses), también concuerda con lo indicado por **Fuller** (1981) en *Alligator mississippiensis* de Carolina del Norte con 124mm/año y mayor a lo reportado por **Dalrymple** (1996) para la misma especie quien estima para los primeros cuatro años un incremento promedio de 68mm/año.

**Relación porcentual entre LR-C/LT** (=50.33%), el índice de correlación ( $r=0.99$ ), en *Crocodylus intermedius* es similar a lo reportado por **Chabreck & Joanen (1979)** quienes por medio de regresión lineal encontraron que la

[illegible]



**Figuras 1 - 3.** Aumento de: Peso (PC), Longitud Rostro-Cloaca (LR-C) y Longitud Total (LT) de *Crocodylus intermedius* hasta los 361 días de edad.

Longitud Rostro-Cloaca es casi la mitad de la longitud total, con un coeficiente de correlación de ( $r=0.9987$ ) en machos y ( $r=0.9957$ ) en hembras.

**Longitud Total (LT).** El comportamiento de la curva de crecimiento es muy similar al que muestra la curva de Longitud Rostro-Cloaca (Figs 2 y 3), el aumento ponderado por día es 0.74mm, sin embargo en las Tablas 2 y 3 se observa un incremento rápido durante los tres primeros meses, y luego se presentan períodos de crecimiento lentos seguidos de fases de crecimiento compensatorio. El crecimiento ponderado (22.56mm/mes) obtenido en este estudio concuerda con los datos señalados por **Seijas et al.** (1990) para *Crocodylus acutus* donde tres grupos de animales crecieron en promedio 20.7, 14.2 y 14.4mm/mes durante los primeros 15 meses de vida; los datos de nuestro estudio están por encima de los promedios citados por Seijas, para el crecimiento de *C. acutus* mantenidos en ambiente natural y recapturados, con un promedio de 16.8mm/mes.

Según **Dalrymple** (1996) los datos de crecimiento para aligatores, son de 13.6cm/año durante los primeros cuatro años para *Alligator mississippiensis* del Parque Nacional Everglades, en ese estudio se recapturaron animales de diferentes tallas y edades conocidas encontrando que la tasa específica de crecimiento (11.6cm/año), presenta sus valores más altos en animales jóvenes y disminuye a medida que aumenta la talla y la edad de los individuos. **Brandt** (1991), determinando el crecimiento de aligatores juveniles en Carolina del Sur, encontró que el promedio para individuos  $\leq$  de 36 meses fue 23.5cm/año; y que las tasas de crecimiento absoluto son significativamente diferentes entre animales menores de un año, de uno a dos y de dos a tres años, el promedio de crecimiento absoluto disminuyó al aumentar la talla y la edad entre capturas aproximadamente hasta los cuatro años, similar a lo reportado por **Murphy, 1977 in Brandt (op.cit.)**, para una población de aligatores de otra región de Carolina del Sur quienes tuvieron promedios entre 19.0 y 25.4cm/año. Estos resultados son similares a los obtenidos con *Crocodylus intermedius* en este caso quienes aumentaron en promedio 267.96mm durante el año de estudio.

**Chabreck & Joanen** (1979) indican que en Lousiana, aligatores de ambos sexos, con talla  $\leq$  50 cm de LT aumentaron en promedio 4.86cm/mes, de 50-75 cm 2.96 cm/mes y de 76 - 100 cm 1.63 cm/mes lo que sugiere que la tasa de crecimiento de aligatores americanos inmaduros declina tanto como se incrementa la talla de ambos sexos, pero animales entre 100-125cm de LT presentan un aumento de 2.35cm/mes para machos y 1.01cm/mes para



hembras. Los resultados obtenidos con *Crocodylus intermedius* estarían por debajo, considerando que la longitud total a los 361 días fue de 542mm y el crecimiento promedio de 22.56mm/mes (2.25cm/mes aprox.). Sin embargo, este promedio es superior al encontrado por **Piedra et al.** (1996-1997), quienes evalúan el crecimiento de neonatos de *C. acutus* con aumentos de LT promedio entre 0.5 hasta 1.17cm/m durante los primeros 15 meses de vida.

El crecimiento de *Caiman sclerops* fue estudiado por **Rodríguez** (1988) comparándolo en neonatos en cautiverio y animales liberados al medio natural, los primeros aumentaron en promedio 0.66mm/día y los animales en medio silvestre crecieron 1.58mm/d, los *Crocodylus intermedius* en este estudio presentaron un promedio de 0.74mm/d, que sería un punto medio en los resultados de Rodríguez significando de esta forma un “buen” crecimiento para animales en cautiverio.

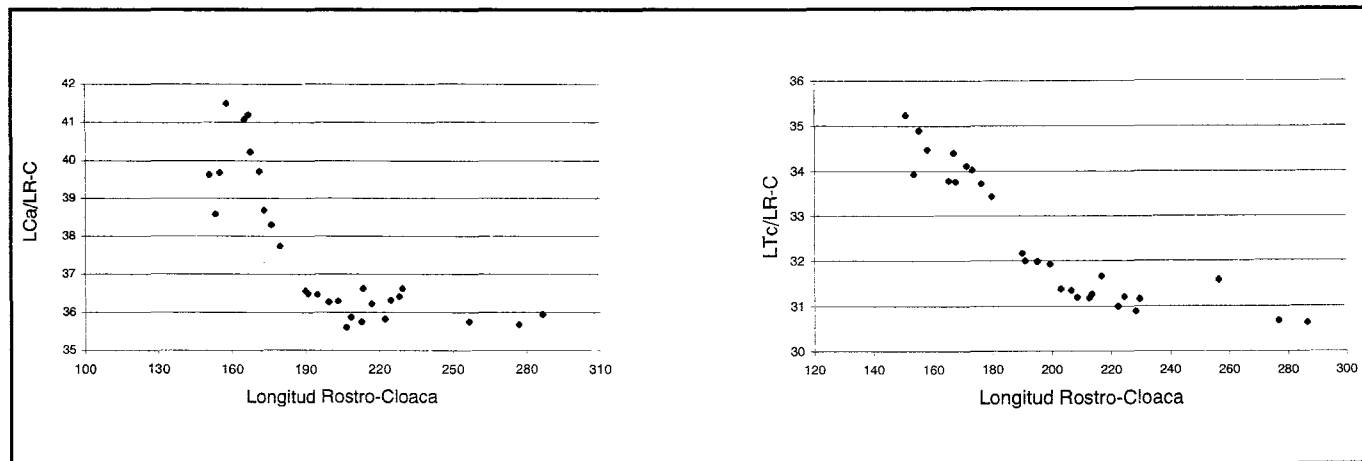
Los diferentes promedios permiten observar que cada especie tiene su propio rango de crecimiento además de estar influenciado por aspectos ambientales, locales, nutricionales, genéticos e individuales, lo cual explicaría, en parte, los resultados relativamente altos (25.4 y 23.5cm/año) de algunas poblaciones de aligatores **Murphy** (1977) in **Brandt** (1991), resultado similar al de *Crocodylus intermedius* durante el año de estudio.

**Longitud de la Cabeza (LCa) y Tabla Craneal (LTc).** Al observar las Figs. 4 a 6, los índices relativos de crecimiento de la LCa en función de LR-C y de la LTc en función de LR-C y LCa, podemos ver que la proporción de la LCa/LR-C y LTc/LR-C disminuye con el cre-

cimiento del animal, pero la relación entre la LTc/LCa se mantiene en el rango del 82 al 89%.

**Longitud de la cola con cresta doble y con cresta sencilla (LCo2, LCo1).** El incremento que tuvieron estas variables hasta los 361 días fueron LCo2 71.14mm y LCo1 40.06mm, lo que nos permite apreciar que la porción más gruesa de la cola crece casi el doble que el extremo distal. Teniendo en cuenta que la porción de la cola con cresta sencilla es la que sufre con mayor frecuencia mutilaciones tanto en vida silvestre como en cautividad, se tuvo en cuenta la parte de la cola con cresta doble para estimar su proporción con relación a la LT [ $LCo2/LT = 29.78\%$  ( $r=0.99$ )], con respecto a  $LCo2/LR-C = 59.32\%$ , ( $r=0.98$ ). El índice de crecimiento de la LCo1/LCo2 en función de LCo2, disminuye a medida que crece la cola con cresta doble (Fig. 7).

Los resultados obtenidos respecto a la longitud de la cola, tanto de cresta doble como de cresta sencilla, y su crecimiento con relación a la LRC en *Crocodylus intermedius*, parecería diferir de lo reportado por **Webb & Messel** (1978) quienes opinan que la cola de los juveniles es relativamente más larga en relación con la LR-C, no obstante no podemos llegar a esa conclusión debido al pequeño tamaño de la muestra y al hecho de no tener datos de animales de otras tallas para evaluar dicho cambio. Otro aspecto a ser analizado es el dimorfismo sexual por la LCo que fue encontrado en *Crocodylus porosus* donde los machos tienen la cola ligeramente más larga que las hembras, o si la diferencia está dada por la localización de la abertura cloacal, lo cual nos llevaría a una diferencia en la Longitud Rostro-Cloaca.



**Figuras 4 - 5.** Relación morfológica de la Longitud de la Cabeza:Longitud Rostro-Cloaca (**LCa:LR-C**) y de la Longitud de la Tabla Craneal:Longitud Rostro-Cloaca (**LTc:LR-C**) en función de la Longitud Rostro-Cloaca en *Crocodylus intermedius*

**Circunferencia de Tórax (CTo), Vientre (CVi):** El índice de crecimiento entre CTo/PC vs PC y de CTo/LR-C vs LR-C (Figs. 8–9), indica que a medida que el animal crece, la proporción entre la circunferencia torácica y el peso es inversa, sin embargo la relación entre la circunferencia torácica y la longitud rostro-cloaca se mantiene en una proporción donde el perímetro del tórax es aproximadamente la mitad de la LRC. En las Figs. 10–11 se nota la misma tendencia en la relación de la CVi/PC vs PC que disminuye a medida que se gana peso corporal y la relación con la longitud rostro-cloaca se mantiene, la circunferencia del vientre representa el 60 a 70% de LR-C.

La relación inversa que encontramos entre la circunferencia de tórax y vientre con el peso en función del aumento de peso, es explicable debido a que los animales se encuentran en la fase de crecimiento y si bien están ganando peso, su conversión está orientada al incremento del cuerpo en longitud, lo cual se comprueba con la relación de estos atributos en función de la longitud corporal.

El desarrollo de ecuaciones que permitan relacionar la anchura del vientre (CTo y CVi), con la longitud del animal serán de gran ayuda para clasificar poblaciones naturales, donde el hallazgo de huellas es frecuente, para esto se necesita reunir más datos y realizar su análisis.

## Conclusiones

El análisis estadístico determinó que todas las variables son de igual importancia, sin embargo teniendo en cuenta las condiciones de manejo y los métodos de investigación de los *Crocodylia*, se considera que las variables de mayor interés pueden ser las longitudes de Cuerpo. Total, de la Cabeza y el Peso como indicadores del crecimiento, ya que la cola puede sufrir mutilaciones tanto en el medio natural como en confinamiento, y los perímetros del Tórax, Vientre, Abdomen y base de la Cola, pueden estar influenciados por condiciones temporales como estrés al momento de tomar la medida, fase reproductiva, condiciones de ayuno prolongado o consumo de alimento reciente, también porque los animales pueden estar sobre o sub alimentados.

Las variables entre sí presentaron altas correlaciones lo cual da confiabilidad al determinar las relaciones porcentuales entre las características. Si analizamos la longitud de la cabeza y tabla craneal en relación con la longitud rostro-cloaca y total, fácilmente son utilizables si se tiene en cuenta que muchas veces se posee material en museos y que son de interés para otras investigacio-

nes; de igual forma se estima la longitud de la cola con la longitud rostro-cloaca y la proporción entre las circunferencias de tórax y vientre con la longitud corporal y el peso, características básicas para estudios de animales en su hábitat natural por medio de las huellas y para criadores con objetivo comercial.

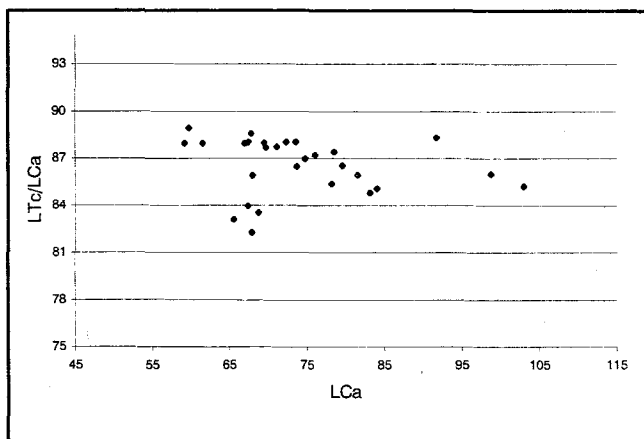
Es de notar que el pequeño tamaño de la muestra requiere validarse con más datos, de allí la importancia de llevar registros en cada temporada reproductiva de los *Crocodylus intermedius*, identificando medidas de los huevos con los individuos respectivos.

La longitud de la cabeza y de la tabla craneal son de gran utilidad para trabajar con material de museos y con poblaciones naturales sin la necesidad de capturar los animales, esto puede hacerse por medio de fotografías calibradas o en la práctica estimando la longitud de la cabeza; cuando se trabaja con cráneos se debe tener en cuenta las pérdidas de tejido que se presentan al preparar los cráneos, en el trabajo de Webb & Messel (1978), encontraron que la pérdida de tejido en la longitud de la cabeza intacta con los cráneos fue de 4,3% en *Crocodylus porosus*. Para validar esta relación morfométrica es necesario continuar la toma de datos y realizar los análisis estadísticos respectivos.

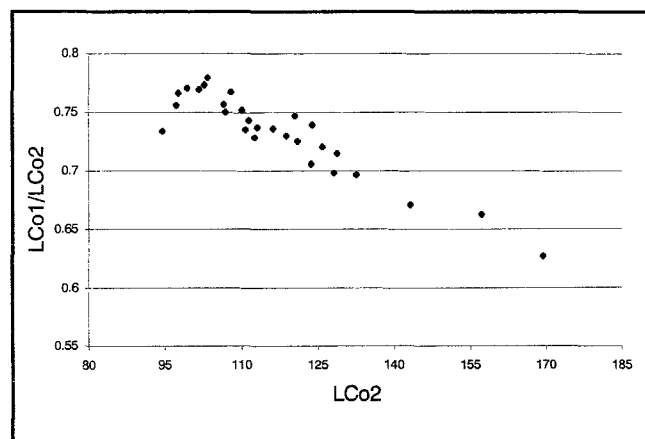
Respecto a la relación proporcional entre la longitud de la cola según si presenta cresta doble o sencilla, notamos que el extremo de la cola (LCo1) presenta una ligera disminución que puede deberse a la separación de crestas dobles, que al momento de la eclosión están unidas y van separándose durante los primeros meses, para validar esta hipótesis se debe además de tener en cuenta la longitud de cada porción de la cola, contar el número de crestas al nacimiento y su posterior desarrollo, esta información es válida debido a la frecuencia de realizar cortes en la cresta de la cola como método de marcaje.

Es relativamente poco lo que se conoce sobre el crecimiento y desarrollo de los cocodrilos y aunque se ha logrado avanzar respecto a los modelos de crecimiento de aligatores y otros *Crocodylia*, no toda la información de estos se puede extrapolar al *Crocodylus intermedius* dado que cada especie posee un desarrollo propio modificado por las condiciones ambientales a las que esté sometido el individuo.

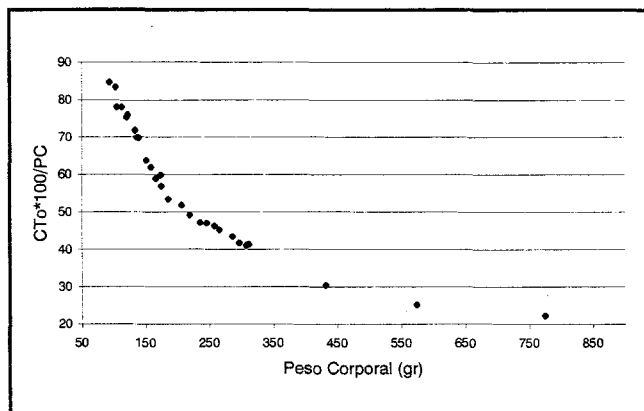
Los resultados de este ensayo, respecto al modelo de crecimiento del *Crocodylus intermedius*, son importantes porque la E.B.T.R.F. es el principal lugar donde se están llevando a cabo acciones de reproducción y cría con orientación investigativa y de repoblamiento de la especie, pero como ya se comentó, para que los progra-



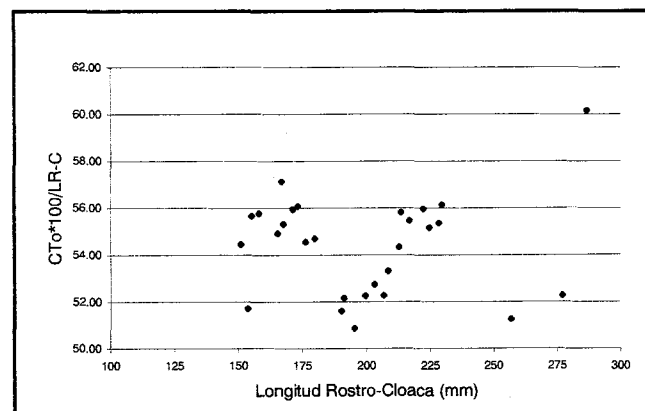
**Figura 6.** Relación morfométrica de la LTo/LCa en función de la Longitud de la Cabeza en *Crocodylus intermedius*



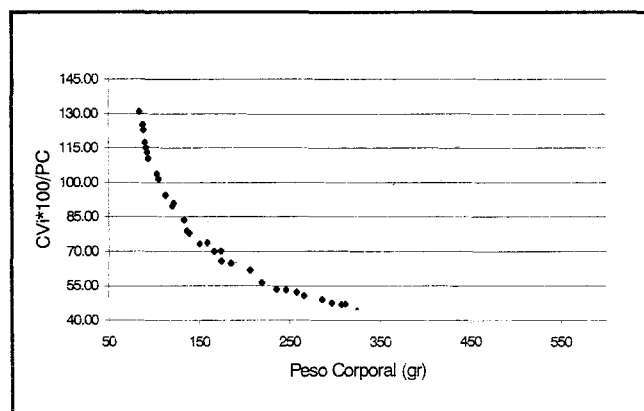
**Figura 7.** Relación porcentual de la LCo1/LCo2 en función del aumento de Longitud de la cola con cresta doble en *Crocodylus intermedius*



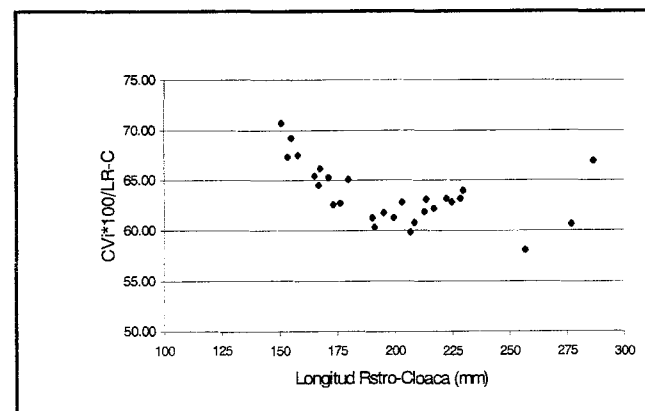
**Figura 8.** Relación morfométrica de la CT0\*100/ PC en función del aumento de Peso en *Crocodylus intermedius*



**Figura 9.** Relación morfométrica de la CT0\*100/ LR-C en función del crecimiento de la Longitud Rostro-Cloaca en *Crocodylus intermedius*



**Figura 10:** Relación morfométrica de la CVi\*100/ PC en función del aumento de Peso en *Crocodylus intermedius*



**Figura 11:** Relación morfométrica de la CVi\*100/ LR-C en función del crecimiento de la Longitud Rostro-Cloaca en *Crocodylus intermedius*

mas de reintroducción tengan probabilidades de éxito, los animales deben haber superado la etapa de mayor vulnerabilidad que es, según muchos autores, antes de lograr la talla de un metro de longitud.

### 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 Urueña), quienes de una u otra forma, siempre fueron un apoyo para el primer autor quien dirigía la Estación por ese entonces, en la recolección de la información base para este trabajo. Igual reconocimiento, por su constante 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. A nuestro maestro el profesor Pedro Ruiz quien siempre nos enseñó que toda información, juiciosamente tomada, es de gran utilidad para todos los estudios.

### Bibliografía

- Ardila-R., M.C., S.L. Barahona-B., O.P. Bonilla-C. & D.R. Cárdenas-R.**, 1999. Aportes al conocimiento de la reproducción, embriología y manejo de *Crocodylus intermedius* en la Estación de Biología Tropical "Roberto Franco" de Villavicencio. Rev. Acad. Colomb. Cienc., **23** (Suplemento especial): En este volumen.
- Barahona, S., P. Bonilla, A. Martínez & H. Naranjo.** 1996. Estado, distribución y conservación de los crocodylia colombianos II. Censo 1995 – 1996. Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Brandt, L.**, 1991. Growth of juvenile alligators in Par Pond, Savannah River Site, South Carolina. Copeia, **1991** (4): 1123 – 1129.
- Cárdenas-R, D. R.**, 1994. Evaluación de dos sistemas de alimento formulado para caimán del orinoco (*Crocodylus intermedius*) y babilla (*Caiman crocodilus*) juveniles. Tesis de grado, Zootecnista, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Chabreck, R., & T. Joanen.** 1979. Growth rates of american alligators in Louisiana. Herpetológica, **35** (1): 51 – 57.
- Coulson, T. D., R. A. Coulson & T. Hernández.** 1973. Some observations on the growth of captive alligators. Zoologica, N.Y., **58**: 47 – 52.
- Dalrymple, G.**, 1996. Growth of American alligators in the Shark Valley region of Everglades National Park. Copeia, **1996** (1): 212 – 216.
- Dixon, J.R. & M. A. Staton.** 1983. *Caiman crocodilus* (caimán, lagarto, baba, babilla, cuajipal, cayman). Costa Rican Natural History. University of Chicago Press, Chicago. pp. 387 – 388.
- Evans, H.**, 1976. Introduction and anatomy. Zoo and wild animal medicine. Ed. Murray E. Fowler. pp 91–113.
- Garnett, S. T.**, 1983. Nutrition and farm husbandry of the green turtle (*Chelonia mydas*) and the estuarine crocodile (*Crocodylus porosus*). Ph. D. Thesis, James Cook Univ. Of North Queensland, Townsville. 364 pp.
- Joanen, T. & L. McNease.** 1971. Propagation of the American alligator in captivity. Proc. Southeast. Assoc. Game Fish Comm., **25**: 106 – 116.
- \_\_\_\_\_, & \_\_\_\_\_, 1987. Alligator farming research in Louisiana, USA. Wildlife management: Crocodiles and alligators. Ed. Grahame J. W. Webb, S. Charlie Manolis and Peter J. Whitehead. Cambera, Australia. pp. 329 – 340.
- Magnusson, W. & A. Lima.** 1991. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. J. Herpetol., **25** (1): 41 – 48.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **V. Lopes Da Costa, A. Cardoso De Lima & M. Carmozina De Araújo.** 1997. Growth during middle age in a Schneider's dwarf caiman, *Paleosuchus trigonatus*. Herpetological Review., **28** (4): 183.
- Piedra, L., J. Bolaños & J. Sánchez.** 1996-1997. Evaluación del crecimiento de neonatos de *Crocodylus acutus* (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio. Revista de Biología Tropical, **44** (3/45 (1): 286 – 293.
- Rodríguez, M.**, 1988. El crecimiento de neonatos y juveniles de *Caiman sclerops fuscus* Cope 1868 (Crocodylia: Alligatoridae). Lozania, **55**: 1 – 8.
- \_\_\_\_\_, 1989. Tres modelos de crecimiento en longitud de neonatos y juveniles de *Caiman crocodilus fuscus* (Cope: 1968) (Crocodylia: Alligatoridae) en cautiverio. Trianea, **3**: 61 - 66.
- Seijas, A., D. Cordero & A. Chang.** 1990. Cría en cautiverio de caimanes de la costa (*Crocodylus acutus*) con fines de repoblamiento. Biollania, (7): 13 – 26.
- Thorbjarnarson J.**, 1989. Ecology of the American Crocodile, *Crocodylus acutus*. Crocodiles their ecology, management, and conservation. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (ed). Gland Suiza. pp 228 – 258.
- \_\_\_\_\_, 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. Herpetologica, **52** (1): 8 – 24.
- Webb, G. & H. Messel.** 1978. Morphometric analysis of *Crocodylus porosus* from the North Coast of Arnhem Land, Northern Australia. Aust. J. Zool., **26**: 1- 27.
- Webb, G., G. Hollis & C. Manolis.** 1991. Feeding, growth, and food conversion rates of wild juvenile saltwater Crocodiles (*Crocodylus porosus*). J. Herpetol., **25** (4): 462 – 473.