



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIOS PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA  
DE CRÍA INTENSIVA DE COCODRILOS  
( *Crocodilus moreletii* ) JOVENES**

**T E S I S**

CUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A**

**ADOLFO**

**BUCIO**

**GALINDO**



MEXICO, D. F.

1992

## AGRADECIMIENTOS

Al CEICADES-CP y a sus dirigentes por haberme **daño** la oportunidad de llevar a cabo la presente tesis como miembro del **Programa Acuicola** de esa institución, y por **toda su** disposición para el apoyo financiero, logístico y académico para el desarrollo del presente trabajo, que fue el proyecto 160 de la matriz de investigación del CEICADES-CP.

81 Dr. Gustavo Casas Andreu del Instituto de Biología de la UNAM por sus observaciones y comentarios durante su dirección de esta tesis.

Al Dr. Oscar Flores Villela por su sugerencia de incorporar nuevos datos de crecimiento y por exigir **demostraciones** estadísticas, las cuales enriquecieron y dieron solidez al trabajo.

Al Dr. Fausto R. Mendez de la Cruz del Instituto de Biología de la UNAM por la revisión de este trabajo y por sus útiles comentarios.

Al M. en C. Marco Lazcano Barrero de Amigos de Sian Ka'an y ECOSFERA, A.C. por haber facilitado amistosamente gran parte de la información bibliográfica consultada, la **cuál** fue esencial para el desarrollo del marco teórico y la introducción de esta tesis.

Al Dr. Lauro Bucio Alanís por transmitirme sus experiencias en relación con la filosofía de la investigación científica, la observación de eventos y la interpretación de datos.

Al Tec. For. Antonio Hernández del Programa Acuicola del CEICADES, por sus enseñanzas prácticas en el manejo de los cocodrilos, por su auxilio durante la fase de campo de este estudio y por sus comentarios relacionados con éste.

Al Ing. Fís. Lauro Bucio Galindo del Instituto de Física de la UNAM, por sus enseñanzas en relación a la metodología científica, la formulación de hipótesis científicas y por su ayuda en la edición final del documento.

Al M. en C. Arturo Enciso e Ing. Pablo Díaz por haberme enseñado los procedimientos de algunos de los análisis estadísticos.

Al M. en C. Eduardo Mendoza, jefe del programa acuicola del CEICADES por haber contribuido a la **revisión** de este documento.

Al Dr. Richard Vogt de la Estación de Biología Trópicos "Los Tuxtlas", Veracruz del Instituto de Biología de la UNAM por haber facilitado información sobre estudios de cocodrilos en México.

A Señorita Carolina Sanchez del Centro de Computo del CEICADES por enseñarme a utilizar el LOTUS 123.

Al biólogo José Carlos Juárez López y a la M. en C. Elvia Josefina Jiménez Fernández por revisar este documento.

## RESUMEN

Con los objetivos de dar una **aproximación** sobre los requerimientos **nutricionales, alimentarios**, de temperatura ambiental y de **diseño de corral** para la crianza intensiva de Crocodylus moreletii jóvenes, se **estudió** el crecimiento de 18 organismos de 23 meses de edad (40-100 cm de longitud inicial) durante un año. Los organismos se mantuvieron dentro de un encierro expuesto a las fluctuaciones climáticas naturales del sitio de estudio, en Cárdenas, Tabasco, que **está dentro** de la **área** de distribución **natural** de la especie. El alimento consistió en carne roja de bovinos de desecho, y fue **proporcionado ad libitum** (4 a 5 veces por semana). Se hicieron mediciones **periodicas** de longitud total y peso de los organismos. Los datos de tasa de crecimiento anual fueron organizados en medidas de estadística descriptiva. **Para** detectar si hubo diferencias entre las tasas de crecimiento anual de los organismos de acuerdo a su clase de talla inicial, se **hizo** una prueba de t de Student. Los datos de tasas de crecimiento mensuales para las fechas de mediciones fueron analizados por medio del ANDEVA y la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS). Para los datos que fueron similares entre sí, se calculó su media de temperatura ambiental.

Los C. moreletii crecieron un promedio de 47.7 cm/año (C.V. = 7%), siendo hasta la fecha el mayor crecimiento registrado para la especie; el cual fue cercano al registrado para otras especies bajo crianza intensiva. Los organismos a los 35 meses midieron un promedio de 1.17 m de longitud total, valor también cercano al registrado para las especies en crianza intensiva. En la prueba de t de Student no se detectaron diferencias significativas entre las tasas de crecimiento anuales para los C. moreletii de las clases (40-70 cm) y (70-100 cm) de longitud inicial. Las tasas de crecimiento mensuales más bajas (2.0 - 7.7 cm/mes) se registraron de mediados de octubre a mediados de marzo a un promedio de 30, 25 y 20°C de temperatura ambiente máxima, media y mínima respectivamente; y las más altas (5.1 - 5.9 cm/mes) se registraron de finales de abril a mediados de septiembre a un promedio de 34.4, 29.4 y 22.5°C para temperatura ambiente máxima, media y mínima respectivamente. De acuerdo al ANDEVA y prueba de DMS no

se encontraron diferencias significativas para las tasas de crecimiento entre los meses de una misma época (DMS = 0.90;  $P < 0.0005$ ), pero si hubo diferencias significativas entre todos los meses de una época en relación con la otra (DMS = 0.90;  $P < 0.0005$ ). En el termógrafo, la temperatura mensual durante el periodo de estudio fue similar al registrado para la localidad durante 19 años.

La temperatura promedio anual máxima, media y mínima durante el periodo de estudio fue de 31.9, 26.5 y 21.1°C respectivamente, la cuál fue similar a los valores registrados para la isotérma que abarca al sur de Veracruz, Tabasco, Campeche y parte de la Península de Yucatán; por lo cuál es posible que en esas regiones también se pueda criar intensivamente a Crocodylus moreletii en encierros al aire libre.

---

# INDICE

pag.

I. INTRODUCCION	1
1. OBJETIVO GENERAL	5
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
II. MARCO TEORICO	6
1. BIOLOGIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS REPTILES	6
A. Generalidades sobre el crecimiento de los reptiles	6
B. Generalidades sobre el crecimiento de los reptiles en relacion a la temperatura en ambientes natureles	6
C. Variación <b>intraespecifica</b> en el potencial de crecimiento de los repiles.	7
2. FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO DE LOS COCODRILOS	8
A. Temperatura.	8
- Efecto de las bajas temperaturas.	9
- <b>Selección térmica</b> en cocodrilos.	10
B. Alimentación.	12
C. Nutrición.	14
D. Densidad.	15
3. CRECIMIENTO DE COCODRILOS Y ALIGADORES	15
A. Modelo de crecimiento de <b>cocodrilos y aligadores</b>	15
B. Crecimiento de cocsdrilos en laboratorio.	16
C. Crecimiento de cocodrilos y aligadores en cautiverio.	17
D. Crecimiento de <u>C. moreletii</u> en México.	17
-Nutrición y crecimiento.	17
-Temperatura y crecimiento	18
-Edad y crecimiento	18

III. SITIO DE ESTUDIO	19
. Localización	19
B. Clima	19
C. Suelo	19
D. Vegetación	20
E. Hidrología	20
IV. MATERIAL Y METODOS	22
A. Descripción de los organismos	22
B. Marcado e identificación de los organismos	23
C. Descripción del encierro de los organismos	23
C. Registro de las mediciones de los organismos	25
E. Registro de las temperaturas ambienteles	25
F. Manejo de la alimentación	25
E. Manejo de datos de crecimiento (Longitud total)	26
V. RESULTADOS Y DISCUSION	28
VI. CONCLUSIONES	39
VII. LITERATURA CITADA	41

## 1. INTRODUCCION

Los cocodrilos han sido uno de los recursos naturales más importantes de los pantanos y cuerpos de agua tropicales, pues además de desempeñar un rol ecológico bien definido en el medio en que viven (Casas-Andreu, 1977), poseen excelentes pieles que son utilizadas por la industria peletera internacional para la fabricación de indumentarias o accesorios de lujo en el vestir (Dufaure, 1987). Debido a que el recurso se ha explotado sin restricciones, la mayoría de sus poblaciones han sido diezmadas. Actualmente 18 especies de las 22 existentes en el mundo, están en grave peligro de desaparecer. Las tres especies que habitan en México, que son Caiman crocodylus fuscus, Crocodylus acutus, y Crocodylus moreletii están en la misma situación (Levy, 1991).

Otras de las causas que han contribuido a que los cocodrilos hallan declinado como recurso natural renovable en todo el mundo, han sido la desecación de pantanos para uso agrícola y las alteraciones hidrológicas por la construcción de presas hidroeléctricas, carreteras y bordes de contención que han transformado o destruido el hábitat de los cocodrilos (Casas y Guzmán, 1979; Alvarez del Toro, 1974)

En respuesta a la disminución de las poblaciones de cocodrilos en el mundo han surgido programas de conservación en Africa, Australia, India, Nueva Guinea y Estados Unidos. Las estrategias han variado considerablemente, pero la reproducción y/o el crecimiento en cautiverio de los cocodrilos han sido incorporados en la mayoría de esos programas. Existen sistemas de "granja" o cultivo totalmente cerrados, en los cuales los huevos son producidos por los cocodrilos cautivos; otros sistemas son los de "ranching" o de semicultivo, en los cuales los huevos de los cocodrilos silvestres o las crías son recolectadas para llevarlas a tallas de subadulto en cautiverio; los animales así cultivados son utilizados para aprovechar su piel comercialmente y/o para ser liberados en áreas naturales o parques nacionales (Joanen y McNease, 1987).

Dado el alto valor que alcanzan las pieles de los cocodrilos y aligatores en el mercado internacional, y la situación crítica a la que han sido sometidas sus poblaciones, ha sido indispensable elaborar metodologías que permitan obtener tasas de crecimiento rápidas y económicamente factibles para su crianza. Esto ha sido logrado para Alligator mississippiensis en los EUA (Coulson et al., 1973; Joanen y McNease, 1976), y también para otras especies como Crocodylus johnstoni en el norte de Australia (Webb et al., 1983); Crocodylus novaeguinae en Nueva Guinea (Montague, 1991); Crocodylus niloticus en Africa (Levy, 1991); y Gavialis gangeticus en la India (Singh, 1984).

Para Crocodylus moreletii aunque ha sido estudiado su crecimiento en cautiverio y se han sugerido varias alternativas de manejo (Alvarez del Toro, 1974; Casas-Andreu, 1977; Virgen, 1978; Del Real, 1983; Huerta, 1986; Cabrera, 1991; Ocaña, 1991; López, 1992), no se ha definido una metodología para lograr que sus tasas de crecimiento sean similares a las registradas para las especies que se cultivan intensivamente, esto probablemente es consecuencia de que se desconocen sus requerimientos de nutrición (Ocaña, 1991), alimentación, temperatura, densidad y manejo que son las variables más importantes que determinan el crecimiento de otras especies del Orden Crocodylia (Coulson y Hernandez, 1983; McNease y Joanen 1981; Lang, 1987; Levy, 1991).

Los métodos utilizados para determinar los niveles óptimos de los factores mencionados anteriormente incluyen el uso de cámaras ambientales (Coulson et al., 1973; Joanen y McNease, 1976), gradientes térmicos (Lang, 1987); seguimientos de la alimentación y nutrición in situ (McNease y Joanen, 1981) y estudios de la bioquímica y fisiología de la nutrición en laboratorio (Coulson y Hernandez, 1983; Coulson y Coulson, 1989). Ya que estos procedimientos son costosos, tanto en tiempo, como en dinero, sólo han sido accesibles en los países desarrollados.

No obstante, dada la estrecha relación filogenética y molecular que presentan los cocodrilos entre si (Densmore y Owen, 1989), y



sus similitudes en aspectos metabólicos (Hernandez y Coulson, 1952) , etológicos y ecológicos (Gans, 1989), es posible que los requerimientos térmicos y nutricionales para el óptimo crecimiento sean similares entre algunas de las especies de cocodrilos.

La temperatura registrada como óptima para el crecimiento de A. mississippiensis (especie extratropical) y otras especies de cocodrilos (tropicales) entre estos C. porosus y C. johnstoni oscila entre 29-33°C (Coulson et al, 1973; Joanen y McNease, 1987; Coulson y Coulson, 1989; Webb et al, 1983; Wright, 1986).

Así, A. mississippiensis y algunas otras especies tropicales como C. johnstoni son criadas en cámaras ambientales con temperatura controlada, para acelerar su crecimiento. El uso de las cámaras ambientales implica un gran consumo energético, por lo cuál la crianza de cocodrilos y aligatores bajo éste sistema es rentable sólo cuando se mantiene un número elevado de organismos bajo el mismo (Dufaure, 1987).

Aunque la crianza de Crocodylus moreletii con temperatura controlada (30°C) en México, fue ensayado por Cabrera (1991) y Ocaña (1991) , los resultados observados no fueron los esperados, quizás a causa de que el alimento suministrado no cumplió con los requerimientos nutricionales para la especie (Ocaña, 1991); por otro lado el uso de cámaras ambientales probablemente también es desde el punto de vista económico y técnico, poco atractivo para México, dado el elevado costo de la energía eléctrica en el territorio nacional.

Además, desde el punto de vista científico no se tiene información para justificar el uso de las cámaras ambientales en la crianza de Crocodylus moreletii en el trópico húmedo mexicano, pues dichas cámaras fueron inicialmente diseñadas para la crianza de A. mississippiensis que habita en climas extratropicales, aunque excepcionalmente han sido utilizadas para especies tropicales (Webb et al, 1983). No obstante investigaciones recientes muestran que cuando los sitios de crianza están en climas ecuatoriales no es necesario el uso de cámaras ambientales para el crecimiento intensivo en cautiverio (Montague, 1991).

Con relación al alimento que cumple con los requerimientos nutricionales óptimos para A. mississippiensis está registrado que le carne roja, especialmente la de mamífero, es la más indicada para el crecimiento intensivo. Así en los CUA cultivan a la rata almizclera para obtener pieles para abrigos y como subproducto la carne de esos animales es utilizada para alimentar aligatores y otros animales carnívoros. Otros alimentos suministrados en cautiverio a A. mississippiensis, C. porosus, C. novaeguinae, y C. niloticus, consisten en pescado, el cuál en general también contiene gran cantidad de proteínas y una proporción similar de aminoácidos esenciales equivalente al encontrado en la carne roja de mamífero (Hernández et al., 1977). Aunque Alvarez del Toro (1974) y Casas-Andreu (1977) alimentaron a Crocodylus moreletii con carne roja y blanca respectivamente, no observaron tasas altas de crecimiento, situación que no fue explicada, pero que pudo haber sido consecuencia de las temperaturas ambientales de las localidades de crianza, las cuales son bajas (24°C) durante el año (García, 1981) con relación a las temperaturas registradas como óptimas para otras especies de cocodrilos.

A partir de la información anterior con relación a los factores que promueven el crecimiento de los cocodrilos, se creyó conveniente tratar de desarrollar una estrategia de crianza para C. moreletii en infraestructura rústica, que permitiera observar crecimientos similares a los registrados en otras especies, por lo cuál se hicieron las siguientes consideraciones, que permitieron establecer los objetivos:

- 1) que no existe información acerca de los requerimientos térmicos y nutricionales para el crecimiento intensivo de C. moreletii;
- 2) que todas las especies de cocodrilos que han sido estudiadas dependen de temperaturas cálidas (29-33°C) y de alimento alto en proteína animal para su óptimo crecimiento;
- 3) que Tabasco presenta algunos meses con temperaturas cálidas durante el año (29°C); temperaturas medias anuales de 26,5°C y está dentro del área de distribución natural de C. moreletii;

4) que se presentó la posibilidad de contar con un abasto de carne roja de bovino de desecho (legalmente no comercializable) durante todo un año.

## 1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el crecimiento de Crocodylus moreletii en un encierro al aire libre durante un ciclo anual (con temperatura variable) bajo una dieta de carne roja.

## 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

A. Estudiar las variaciones en el crecimiento de Crocodylus moreletii jóvenes durante un año.

B. Evaluar bajo que condiciones de temperatura ambiental se registran mayores tasas de crecimiento (cm/mes).

C. Evaluar si durante los periodos de temperatura favorable, el alimento suministrado (carne roja) produce tasas de crecimiento (cm/mes) similares a las observadas en otras especies, para las cuales se han evaluado sus requerimientos nutricionales.

## II. MAPCO TEORICO

### 1. BIOLOGIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS REPTILES

#### A. GENERALIDADES SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS REPTILES

Los reptiles generalmente obtienen su temperatura corporal a partir de la absorción de energía térmica del ambiente externo, por lo cuál se denominan ectotérmos; a diferencia de los mamíferos y aves que producen la mayor parte de su temperatura corporal por medio del metabolismo oxidativo por lo que se conocen como endotérmos (Pianka, 1982; Pough y Gans, 1982).

Consecuentemente, la tasa de crecimiento de los reptiles presenta variaciones a través del año, a diferencia de la presentada en animales endotérmos, que en general sigue una tendencia constante hasta el estadio de joven, cuando alcanzan la mitad de la talla adulta (Case, 1978; Gans y Pough, 1982). Las curvas que caracterizan el crecimiento de los reptiles durante el ciclo anual corresponden a funciones de pico y valles más que a curvas que se incrementan gradualmente. Pero considerando la historia de vida de los reptiles puede generalizarse que la tasa de crecimiento anual disminuye al llegar la madurez sexual (Andrews, 1982).

#### B. GENERALIDADES SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS REPTILES EN RELACION A LA TEMPERATURA EN AMBIENTES NATURALES (IN SITU).

Los reptiles en general responden a su ambiente externo para ajustar la temperatura de su cuerpo a través del comportamiento y otros mecanismos funcionales (Andrews, 1982). Aunque los estudios de campo proveen poca información acerca de la influencia de la temperatura en el crecimiento, se puede generalizar que cuando los reptiles se encuentran en un medio limitado para lograr su temperatura corporal preferida, éstos presentan tasas de

crecimiento reducidas; pero cuando el medio es ilimitado, su conducta normal de termorregulación promueve el crecimiento; por ejemplo, la tasa de crecimiento de la tortuga jicotea (Trachemys scripta) en Panamá tiene correlación con el número de horas de insolación (Moil y Legler, 1971). Durante la estación lluviosa, cuando el tiempo disponible para el asoleo está limitado por las condiciones de nubosidad, se presenta una tasa de crecimiento muy baja (Andrews, 1982). En Alligator mississippiensis el crecimiento se presenta solo durante los meses más cálidos del año, y existe ausencia de crecimiento durante los meses más fríos, que son de Octubre a Marzo (Joanen y McNease, 1987). En Crocodylus moreletii se ha observado que durante los meses fríos con temperaturas medias de 18°C disminuye notablemente la tasa de crecimiento llegando a unos pocos milímetros por mes, contrastando esto en los meses cálidos cuando se intensifica el crecimiento (Casas-Andreu, 1977).

#### C. VARIACION INTRAESPECIFICA EN EL POTENCIAL DE CRECIMIENTO EN REPTILES.

La amplia variación en las tasas de crecimiento individuales en las poblaciones naturales de reptiles es un fenómeno conspicuo en la mayoría de los estudios sobre el crecimiento. Parte de la variabilidad puede ser atribuida a factores extrínsecos como la variación espacial en la disponibilidad de alimento. Por otra parte, la observación de que la variabilidad en el crecimiento persiste bajo condiciones constantes sugiere que esto tiene un origen genético (Andrews, 1982). Por ejemplo los cocodrilos con manejo similar pueden variar después del segundo año de vida en 30 cm o más (Blake y Loverdridge, 1975),

## 2. FACTORES QUE DETERMINAN EL CRECIMIENTO DE LOS COCODRILOS

### A. TEMPERATURA

Estudios de laboratorio indican que la temperatura es el factor más importante en la teca de crecimiento de los aligatores (Coulson et al., 1973). Aunque la temperatura óptima probablemente oscila entre 29 y 31°C (quizas hasta 32 o 33°C), temperaturas más altas tienen un efecto dañino (Joanen y McNease, 1987), ya que a 34°C se presenta una marcada variabilidad en el ritmo cardíaco y a 40°C se produce un daño cardíaco irreversible (Wilbur, 1960; Coulson y Hernandez, 1983).

La información de los estudios de campo difieren de lo observado en laboratorio, pues los registros indican que los aligatores son activos a temperaturas corporales entre 26-37°C; las temperaturas corporales más frecuentemente registradas durante el asoleo han sido 32-35°C y la temperatura letal es de 38-39°C (Colbert et al., 1946).

En tanto que los intervalos de temperatura seleccionada por varias especies de cocodrilos y aligatores, cuando están dentro de gradientes térmicos (25-35°C), coinciden con lo observado en los estudios de campo, siendo el crecimiento óptimo para A. mississiwviensis entre 31-35°C (Lang, 1987).

Las temperaturas de actividad de varias especies de cocodriios tropicales son similares a las registradas para A. mississippiensis durante el verano (Avery, 1982), aunque las pautas conductuales con las cuales esas temperaturas son mantenidas o logradas pueden diferir (Avery, 1982).

En laboratorio Coulson y Hernzndez (1983) encontraron que la relación entre temperatura y metabolismo puede ser descrita por una ecuación exponencial. Entre 5 y 15°C la tasa metabólica es

casi constante. Hay un ligero incremento cuando la temperatura asciende a 25°C, y a mayor temperatura el incremento de la tasa metabólica es casi perpendicular. Aunque en la mayoría de los textos de bioquímica, enzimología y fisiología se dice que "la tasa de reacción enzimática se duplica por cada 10°C de aumento en la temperatura" esta situación contrasta con lo observado en los aligatores y cocodrilos. De hecho hay sólo un 40% de cambio entre 5 y 15°C, y un 100% de cambio de 25 a 28°C, con una diferencia de sólo 3°C. No obstante la tasa metabólica sigue incrementándose a temperaturas mayores en Crocodylus porosus (Wright, 1986) y no existen diferencias apreciables en las tasas metabólicas entre aligatores, caimanes y cocodrilos a 28°C (Coulson y Hernandez, 1983).

En complemento a lo anterior, la producción de ATP's en los cocodrilos y los aligatores también depende de la temperatura (Coulson y Hernandez, 1983; Wright, 1986).

Para el proceso de digestión de proteínas los aligatores requieren de poca energía en ATP's, por lo cual también pueden llevar a cabo éste proceso a temperaturas relativamente bajas. Por otro lado, la síntesis proteica requiere de grandes cantidades de energía (ATP's) por lo cual sólo puede llevarse a cabo a temperaturas altas (Coulson y Hernandez, 1983).

#### - EFECTO DE LAS BAJAS TEMPERATURAS

Ya que la síntesis de proteínas requiere de mucho más energía en ATP's que la digestión de proteínas, y absorción de aminoácidos, y esa energía sólo puede ser obtenida a temperaturas altas, una disminución considerable en la temperatura ambiental siguiendo a una gran cantidad de alimento consumido por los aligatores implica digestión, pero no síntesis proteica, presentándose consecuentemente un largo y prolongado incremento de los aminoácidos en el plasma sanguíneo que difícilmente pueden ser utilizados para la síntesis peptídica, debido a la ausencia de los

ATP's suficientes para el ensamblaje. Este incremento de los aminoácidos en el plasma puede llegar a niveles tóxicos. El decremento del apetito de los aligatores durante el otoño, aún cuando la temperatura ambiental diurna sea muy alta, probablemente esta relacionado con alguna función de protección (Coulson y Hernandez, 1983).

Las temperaturas por debajo de los 18°C producen impedimentos renales en A. mississippiensis pero la situación se invierte a temperaturas altas (Coulson y Hernandez, 1983). Cuando las temperaturas son demasiado bajas, estas pueden ser el principal factor que influye en la mortalidad y la presencia de enfermedades en las crías de Crocodylus niloticus (Blake y Loverdridge, 1975).

#### - SELECCION TERMICA EN COCODRILOS

En términos de su conducta de termorregulación, los cocodrilos pueden ser descritos como organismos acuáticos que se **asolean** en la superficie del agua o en las orillas de los cuerpos de agua (Brattstorm, 1935).

La distribución geográfica de los cocodrilos usualmente se restringe a los trópicos, en particular en las regiones donde hay ambientes acuáticos, que generalmente son ambientes térmicos muy estables (Colbert et al., 1946).

Estudios de biofísica indican que la temperatura corporal de los cocodrilos está fuertemente influenciada por la radiación solar (durante el asoleo) y por la conducción del agua (durante la inmersión parcial o total). Los animales más grandes (adultos) dependen del ambiente radiante y son relativamente independientes del ambiente convectivo (temperatura del aire), cuando la talla es menor, la tasa de transferencia de calor a partir del ambiente convectivo aumenta (Spotila et al., 1974). En términos técnicos la



tasa de absorción de calor por radiación solar y la tasa de pérdida de calor es inversamente proporcional a la masa del animal, siendo más rápida en los individuos más pequeños y más lenta en los más grandes, esto se fundamenta en el hecho de que la relación entre masa corporal y área de exposición al ambiente varía de acuerdo a la talla (Colbert et al., 1946).

Los aligatores expuestos a temperaturas ambientales cercanas a su máxima tolerancia son capaces de mantener su temperatura corporal ligeramente abajo de la temperatura ambiental mediante el efecto refrigerante del jadeo (Colbert et al., 1946). Cuando los aligatores necesitan disminuir aún más su temperatura corporal, voluntariamente limitan su exposición a la radiación solar desplazándose hacia alguna sombra cercana y en casos extremos introduciéndose al agua que generalmente presenta temperaturas menores a las del aire, siendo este medio el más efectivo para disminuir la temperatura corporal (Cloudsly-Thompson, 1964).

Algunos mecanismos fisiológicos pueden alterar la ganancia de calor, el flujo de calor dentro del cuerpo, y el intercambio de calor entre el animal y su ambiente (Lang, 1987). El flujo de calor dentro del cuerpo puede ser alterado por obstrucción parcial de la circulación sanguínea entre la cabeza y el cuerpo o entre los apéndices o la cola y el cuerpo (este mecanismo sólo se presenta en adultos). Los diferentes órganos dentro del cuerpo se calientan a diferentes velocidades. Los cambios cardiovasculares alteran las tasas de calentamiento y enfriamiento y pueden tener efectos regionales o locales. Los osteodermos en A. mississippiensis están altamente vascularizados y probablemente tienen alguna función térmica (Lang, 1987).

La conducta térmica de los cocodrilos está influenciada por los ritmos circadianos, clima, reproducción, estructura social y estado nutricional.

En A. mississippiensis los individuos dentro de gradientes térmicos que regulan su temperatura corporal con mayor precisión

de acuerdo a sus demandas fisiológicas en turno, para un mejor crecimiento (Lang, 1987).

A diferencia de los aligatores, los cocodrilos que viven en las regiones tropicales, no manifiestan gran selección térmica. No son estudiados dentro de gradientes térmicos por lo cual se les ha llamado "termoconformistas", este comportamiento se explica en base en que los cocodrilos viven en regiones tropicales, donde la variación anual de temperatura es mínima y el ambiente convectivo y conductivo (temperatura del aire y del agua respectivamente) es suficiente para mantener la temperatura corporal dentro de los intervalos fisiológicos aceptados. A diferencia de los presentados en aligatores, que viven en latitudes extratropicales donde hay una gran variación de temperatura a través del año, por lo que estos organismos seleccionan su temperatura corporal de acuerdo con su estado fisiológico con mayor precisión que los cocodrilos (Lang, 1987).

A partir de sus observaciones sobre conducta térmica y crecimiento de cocodrilos y aligatores en gradientes térmicos, Lang (1987) recomienda que cada especie debe ser estudiada en dichos gradientes; y que los cocodrilos cultivados a la intemperie deben de tener acceso a poder asolearse; estar bajo sombra y sumergirse en agua fresca de no menos de un metro de profundidad. Estas recomendaciones aunque simples, nunca hablan sido proporcionadas, y muchos criaderos de cocodrilos en encierros al aire libre, casi totalmente sombreados por vegetación natural, a partir de considerar recomendaciones preliminares originadas de experimentos procedentes de los primeros programas de cultivo comercial de cocodrilos en encierros al aire libre (Bolton, 1980).

#### B. ALIMENTACION

La cantidad de alimento ingerido por los cocodrilos depende de la temperatura, la talla, y de la frecuencia con que los animales están acostumbrados a ser alimentados (Coulson y Coulson, 1980).

Aunque no se sabe que **tanto** comen los cocodrilos silvestres, éstos en general **presentan** una baja tasa de crecimiento, por lo **cuál** se piensa que probablemente tienen un menor **consumo** de alimentos que los cocodrilos criados en laboratorio (Coulson y Hernandez, 1983).

Cuando las temperaturas son altas es necesario suministrar una gran cantidad de alimento a los aligatores para inñtener un nivel alto de aminoácidos en el plasma sanguíneo que aseguren una **máxima** síntesis de proteínas. Aunque durante muchos años se estimó que por cada kg. **de** aligator casi siempre debía suministrarse el **equivalente** al 20% del peso de su cuerpo por semana (Joanen y McNease, 1976; Coulson y Hernandez, 1983) actualmente se recomienda proporcionar un **regimen** de alimentación **ad libitum**, para obtener mejores **índices** de **conversión alimentaria** (Coulson y Coulson, 1989). Proporcionar un ligero exceso de alimento al consumido por Crocodylus porosus y Crocodylus novaeguinae jóvenes en cautiverio na mostrado ser un método eficiente para disminuir la **variación** en el crecimiento, especialmente de los organismos más pequeños (Bolton, 1980).

La tasa de digestión en **los cocodrilos** parece incrementarse ligeramente con un modesto aumento en la actividad **física**, probablemente a causa **del** incremento en el flujo **sanguíneo** (Coulson y Hernandez, 1983).

En **condiciones** de laboratorio a 25°C los **aligatores** presentan una **considerable** disminución en su apetito y a 22°C se **suspende** la ingestión de alimentos. En el campo , la ingestión del alimento por los cocodrilos y aligatores se reduce o se suspende durante el **invierno** (Joanen y McNease, 1987; Casas-Andreu, 1977).

Varios tipos de **perturbaciones** en la rutina de estos **animales** pueden causar que ellos no coman durante ciertos periodos (Casas-Andreu, 1977; Coulson y Hernandez, 1983).

### C. NUTRICION

Los cocodrilos no solamente son incapaces de sintetizar los aminoácidos esenciales, sino que además no pueden emplear más que proteína animal, ya que al parecer carecen de enzimas capaces de hidrolizar la proteína vegetal durante el proceso de la digestión. Cuando los aligatores son alimentados con proteína vegetal sola o combinada, ésta aparece en las heces aparentemente sin cambio (Coulson y Hernandez, 1983).

La proteína del pescado contiene todos los aminoácidos esenciales y no esenciales en una composición muy similar a la encontrada en los tejidos de los cocodrilos. Como corolario, parece evidente que si todos los aminoácidos se suministran en una mezcla balanceada con la excepción de un simple aminoácido, todos los aminoácidos pueden ser degradados a  $\text{CO}_2$ , agua y productos nitrogenados de excreción (Coulson y Hernandez, 1983).

Posiblemente la especie mejor conocida en sus requerimientos nutricionales es Alligator mississippiensis, siendo sus mejores alimentos la carne de rata almizclera y la de pescado. En términos de longitud no hay diferencias significativas entre las tasas de crecimiento entre los aligatores alimentados con pescado contra los alimentados con rata almizclera. Sin embargo, hay diferencia significativa en la ganancia en peso, encontrándose los organismos alimentados con carne de rata almizclera con un peso 20% mayor que los organismos alimentados con pescado (Joanen y McNease, 1987).

En estado natural la dieta de los aligatores carece de carbohidratos, y se piensa que los cocodrilos no necesitan ingerir éstos, ya que no son capaces de digerirlos (Coulson y Hernandez, 1983).

Aunque ningún estudio de digestión de grasas ha sido conducido, se ha encontrado que cuando las dietas son altas en grasas, éstas no son excretadas en las heces, y por lo tanto es posible que sean digeridas y absorbidas rápidamente (Coulson y Hernandez, 1983).

La **síntesis** de grasa corporal a partir de grasa en la dieta, es un **proceso** de baja **energía** que **representa** un **mínimo porcentaje** del utilizado en la **síntesis** proteica. Durante los periodos de inanición se **promueve** el uso de las grasas. En los **cocodrilos** en crecimiento, la **energía** aeróbica se deriva casi totalmente de la dieta, y la grasa almacenada es **utilizada** como **energía** cuando el alimento es disponible a intervalos semipermanentes. La **regeneración** de grasas a partir de proteínas es un proceso **costoso**, pero es difícil de creer que sea un **proceso** frecuente en la naturaleza, pues a menudo las presas capturadas por los **cocodrilos** contienen una gran cantidad de grasas que **rápidamente** pueden ser almacenadas (Coulson y Hernandez, 1983).

#### D. DENSIDAD (No. de animales/m<sup>2</sup>)

La densidad óptima para los cocodrilos y aligatores de 0 - 1 año es de 3.1 m<sup>2</sup>/individuo; para cocodrilos de 1 a 2 años es de 0.2 m<sup>2</sup>/individuo; para organismos de 2 a 3 años o hasta la cosecha (3 o 4 años) es de 0.3, m<sup>2</sup>/individuo (Montague, 1991). Cuando la densidad es muy alta, algunos organismos pueden morir por sofocación (Blake y Loverdrige, 1975).

### 3. CRECIMIENTO DE COCODRILOS Y ALIGATORES

#### A. MODELO DE CRECIMIENTO DE COCODRILOS Y ALIGATORES

El modelo de Bertalanffy para el crecimiento lineal es uno de los más **comunmente** encontrados en la literatura sobre cocodrilos (Chabreck y Joanen, 1979). En este modelo, el cambio **instantáneo** en longitud decrece **linealmente** respecto a la longitud (Fig. 1). La solución de la ecuación diferencial produce una ecuación en la cuál el cambio en longitud decrece **exponencialmente** en función del tiempo (Fig 2)

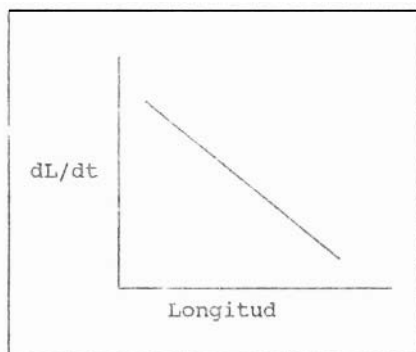


Fig. 1. El modelo de crecimiento de Bertalanffy. Forma diferencial del modelo con respecto a la longitud.

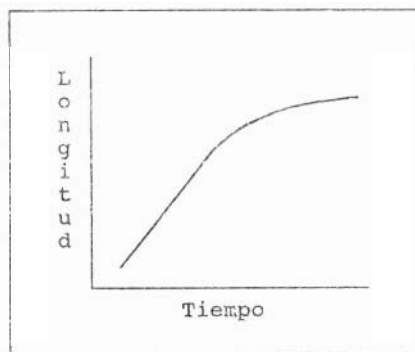


Fig. 2. Representación integrada del modelo de Bertalanffy

#### B. CRECIMIENTO DE ALIGADORES EN LABORATORIO

Hay poca diferencia en la tasa de crecimiento entre machos y hembras hasta los 100 cm de longitud, pero más allá de los 100 cm los machos crecen más rápido que las hembras (Coulson y Hernandez, 1983).

A 31°C con alimentación ad libitum, la ganancia en longitud de A. mississippiensis en milímetros diarios es casi constante, variando de 2.24 mm/día para organismos de 100 g hasta 2.11 mm/día y 2.07 mm/día para organismos de 10 y 50 kg respectivamente (Coulson y Coulson, 1989).

La relación peso-longitud tiene tendencia de tipo exponencial, siendo la ecuación para Alligator mississippiensis la siguiente según (Coulson y Coulson, 1989):

$$\text{Log peso (kg)} = \text{Log de la longitud (cm)} \times 3.173 - 5.8$$

#### C. CRECIMIENTO DE COCODRILOS Y ALIGADORES EN CAUTIVERIO

Los Alligator mississippiensis crecen 4.5 cm por mes, a 28°C y 6.3 cm a 31°C, y alcanzan la talla comercial (1.6 m) entre los 2 y 3 años de edad (Joanen y McNease, 1987; Coulson y Coulson, 1989). Sin embargo, los estudios de factibilidad económica indican que es recomendable mantener a los cocodrilos a 28°C (Joanen y McNease, 1987). Así, en Louisiana, EUA, existe una legislación que indica que la gente puede cultivar a A. mississippiensis sólo cuando disponen de cámaras ambientales con capacidad para mantener una temperatura constante de 28°C. No obstante en el Louisiana Department of Agriculture and Forestry (1988) se menciona que los aligadores cultivados en ese estado alcanzan la talla comercial entre los 3 y 4 años.

Para Crocodylus niloticus en cautiverio se obtienen tasas de crecimiento de 33 cm por año (2.8 cm/mes), para organismos entre 1 y 3 años, los cuales alcanzan 1 metro de longitud entre el segundo y tercer año de vida (Blake y Loverdridge, 1975). En Crocodylus novaesuiuae se alcanza la talla comercial (1.3 - 1.5 m) entre los 3 y 4 años (Montague, 1991).

#### D. CRECIMIENTO DE C. moreletii EN MEXICO

##### -Nutrición y crecimiento

Los estudios sobre crecimiento de C. moreletii indican que esta especie crece desde unos pocos milímetros hasta 2.5-3.0 cm/mes (Alvarez del Toro, 1974; Casas-Andreu, 1977; Virgen, 1978; Del Real, 1983; Ocaña, 1991; Cabrera, 1991) presentandose los valores más altos cuando se alimenta con carne roja (Alvarez del Toro, 1974), pescado (Casas-Andreu, 1977; Virgen, 1978); o con alimento sintético a partir de harina de hueso, sangre, carne de rata y vitaminas (Cabrera, 1991; Ocaña, 1991); no obstante, deben hacerse estudios sobre los requerimientos nutricionales de estos animales para elaborar alimentos balanceados de bajo costo que permitan obtener tasas de crecimiento similares o las observadas en A. mississippiensis en crianza comercial (4.5 cm/mes; Ocaña 1991).

#### -Temperatura y crecimiento

Los estudios que se han realizado sobre el crecimiento de C. moreletii en relación a la temperatura indican que esta especie presenta sus mayores tasas de crecimiento en los meses cálidos (Casas-Andreu, 1977) u cuando el lugar de cultivo es un invernadero (Cabrera, 1991; Ocaña, 1991) a 30°C; y sus menores tasas de crecimiento durante los meses fríos a 18°C (Casas-Andreu, 1977).

#### -Edad y crecimiento

Existe una tendencia de los cocodrilos a incrementar su tasa de crecimiento al final del primer año de vida (Del Real, 1983; Huerta, 1986); cuando el alimento es abundante el crecimiento es constante hasta que los organismos alcanzan su talla comercial (1.5m) entre los 4 y 5 años (Álvarez del Toro, 1974); la edad en que los cocodrilos alcanzan su talla comercial (1.5 m) es de 5 a 6 años (Huerta, 1986; Del Real, 1983).



### III. SITIO DE ESTUDIO

#### A. LOCALIZACIÓN.

El experimento fue llevado a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación Agropecuaria, Forestal y Acuicola para el Desarrollo del Sureste de México (CEICADES-Colegio de Postgraduados) ubicado en el Km 21 de la carretera de Cárdenas a Coatzacoalcos, dentro del Plan Chontalpa del estado de Tabasco, que es Una región de tierras bajas localizada a los 18' 21' de latitud norte y 93° 23' de longitud oeste; a 10 msnm (Fig. 3).

#### B. CLIMA

De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen modificada por García (1981), la dominancia es de un régimen climático cálido húmedo del tipo  $Am(f)w''(i')g$ , que se caracteriza por sus temperaturas elevadas bastante uniformes, cuya media al año es mayor de 26°C. La temperatura máxima se registra antes de la estación lluviosa y del solsticio de verano, en mayo, con un valor medio superior a los 29°C, en tanto que la media más baja, mayor de 21°C se presenta en enero. Las temperaturas en verano son estables, mientras que en el invierno presentan variaciones debido a los nortes, los cuales producen mínimas extremas que van de los 12°C a los 15°C. La poca variación de la temperatura determina que las heladas se produzcan en muy raras ocasiones. La precipitación total anual varía entre 2,200 y 2,500 mm anuales. La humedad relativa fluctúa entre el 80% y el 86% (INEGI, 1986).

#### C. SUELO

La region forma parte de las terrazas fluviales del Pleistoceno (West, 1986), se localiza en un área sensiblemente plana, el tipo de suelo es de aluvión y pertenece a la serie libertad. Presenta

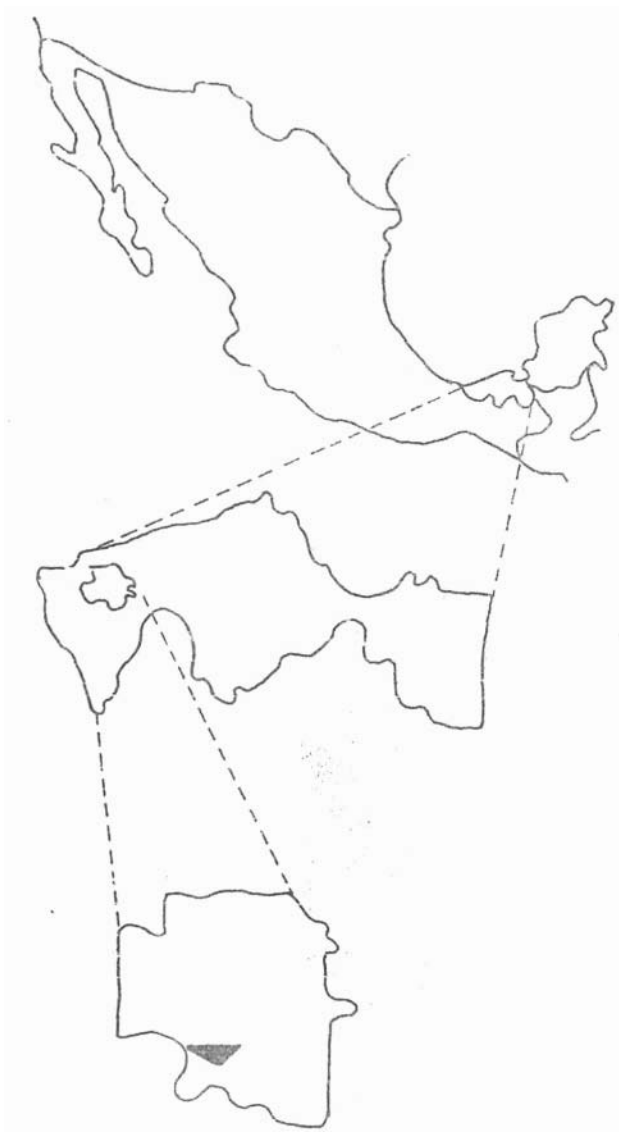


FIG. 3. UBICACION DEL SITIO DE ESTUDIO

texturss arcillo-arenosas en toio el.perfil, con un manto freatico entre uno y dos metros de profundidad (Trujillo et al, 1988).

#### D. VEGETACION

Un le actualidad sólo quedan pequeños relictos de lo que fue la Selva Alta Perenifolia de Canacoite (López, 1980). Aledaños al sitio especifico donde se estableció el **experimento**, se presentan praderas para bovinos y **ovinos**; cultivos de caña de azucar, arroz, y **maíz**.

#### E. HIDROLOGIA

La región de la Chontalpa es **atravesada** por los **ríos** **Samaría** y **Carrizal** (afluentes del Grijalva) y un gran número de arroyos y canales. Se **observan también** con **bastante** regularidad **lagunas** y zonas bajas inundadas y **pancanosas**. El área experimental del CEICADES es atravezada por una red de canales de drenaje que fluyen hacia el **río Naranjeño**, el que a su vez **desemboca** en el Golfo de México.

#### IV. MATERIAL Y METODOS

##### A. DESCRIPCION DE LOS ORGANISMOS

Se evaluó el crecimiento de un grupo de 18 cocodrilos del pantano (Crocodylus moreletii) de aproximadamente 23 meses de edad durante un periodo de 365 días (julio de 1991-julio de 1992). Todos los cocodrilos eran la progénie da cocodrilos cautivos, sin embargo pertenecian a distintos nidos, de los cuales no se tiene registro.

Los organismos fueron proporcionados por el Programa Acuicola del CEICADES-CP. Los cocodrilos no pudieron sexarse debido a su corta edad, por lo tanto se estudiaron sin distinción de sexo. A causa del reducido número de animales y de las amplias dimensiones del encierro en el que previamente habían sido colocados, todos los organismos se mantuvieron dentro del mismo (sin segregación por tallas); en términos estadísticos en una situación completamente al azar.

Las mediciones de los organismos al iniciar este estudio se presentan a continuación:

Edad: 23 meses	PROMEDIO	INTERVALO	S	C.V.
LONGITUD TCTAL	69.16cm	46-95.8cm	14.31	18%
LONGITUD CMXCAL	35.00cm	23-47.2cm	7.20	18%
PESO	1,258 g	277-3500 g	683.6	70%

S = DESVIACION ESTANDAR; C.V.= COEFICIENTE DE VARIACION

Los organismos del presente estudio a sus 23 meses de vida habian crecido un promedio de 23.6 cm/año y presentaban una talla promedio similar a la predecida por Del Real (1983) para C. moreletii de la misma edad. Esas valores estuvieron por debajo de lo registrado por Alvarez del Toro (1974) para esta especie (30 cm/año) y por lo observado para Alligator mississippiensis (Joanen y McNease. 1976); Crocodylus longirostris (Montague, 1991) y Gavialis gangeticus (1984) que presentan un crecimiento de 50-55 cm/año bajo condiciones de cultivo.

## B. MARCADO E IDENTIFICACION DE LOS ORGANISMOS

Cada uno de los organismos fue previsiblemente marcado mediante el método "corte de escamas caudales" descrito por Benito (1988), que consiste en cortar una de las crestas triangulares que se agrupan en dos hileras en la parte posterior de la cola, en la cuál, las crestas del lado izquierdo representaron las unidades y las crestas del lado derecho, las decenas. La numeración en orden ascendente comenzaba en la parte anterior de la cola, para terminar en la parte posterior de la misma.

## C. DESCRIPCION DEL ENCIERRO

El encierro fue proporcionado por el CEICADES-CP. El área total del encierro fue de  $24 \text{ m}^2$  ( $1.33 \text{ m}^2$  por animal). El encierro era rectangular y estaba rodeado por una barda de concreto de 1 m de altura, sobre la cuál se erigía una malla de alambre ciclon de 1.5 m, la altura total de la barda-malla en el perímetro del encierro es 2.5 m.

El interior del encierro consistió de una sección de estanque y una de asoleadero (Fig. 4). El estanque estaba construido de concreto con un área de  $16 \text{ m}^2$  (66.6% del área total del encierro) con las siguientes dimensiones:  $4 \times 4 \times 0.50 \text{ m}$ . El asoleadero era una porción de suelo con un área de  $8 \text{ m}^2$  (33.3% del área total del encierro) con las siguientes dimensiones  $4 \times 2 \text{ m}^2$ . El área de sombras fue menor al 6% (0.5 m) del área total de encierro. El comedero era una plataforma de concreto de un metro cuadrado ubicado al centro del estanque, sobresaliendo entre 5 y 10 cm del nivel al que se mantenía la lámina o nivel del agua.

El encierro estuvo expuesto a las fluctuaciones climáticas naturales de insolación, temperatura del aire, lluvia, etc. durante todo el estudio.

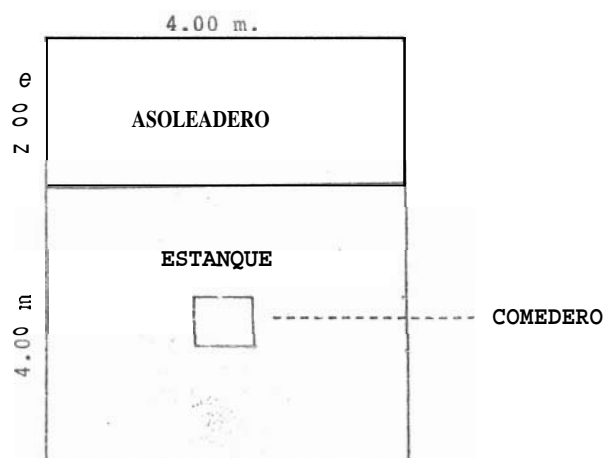


FIG. 4. ESQUEMA DEL CORRAL-ESTANQUE DE LOS COCODRILOS.

#### D. REGISTRO DE LAS MEDICIONES DE LOS ORGANISMOS

Los datos registrados en cada ejemplar fueron: longitud total (LT), longitud hocico-cloaca (LHC), peso total (P). Para medir LT y LHC se utilizó un flexómetro con aproximación de 1 mm. Asimismo para registrar el peso se utilizó una báscula de balancín con aproximación de 10 gr.

Los organismos fueron medidos mensualmente en los primeros tres meses del experimento (para un estudio preliminar). Posteriormente fueron medidos trimestralmente. Ya que algunos periodos de mediciones difirieron entre si, el crecimiento mensual se calculó a partir de una modificación de la fórmula dada por Andrews (1982) para calcular el crecimiento diario (ver más adelante).

El estanque era lavado después de cada medición y posteriormente se le renovaba el agua. La rutina de limpieza no se hizo en periodos más cortos principalmente para no estresar a los organismos de acuerdo a las recomendaciones de Hernández (com. pers).

#### E. REGISTRO DE TEMPERATURAS AMBIENTALES

Para cada periodo de tiempo entre los registros de las mediciones se capturaron los registros diarios de temperatura máxima, media y mínima del aire, procedentes de la estación meteorológica del CEICADES-CP, ubicada a aproximadamente 500 m del lugar del experimento. A partir de esos datos se calculó la temperatura promedio entre las fechas de las mediciones de los cecodrilos.

#### F. MANEJO DE LA ALIMENTACION

Durante todo el año la alimentación fue a base de carne roja de res, la cuál no incluyó, grasas, visceras o huesos. Ese alimento fue proporcionado por el programa de Ganadería del CEICADES-CP, durante el transcurso de esta investigación. El motivo de la disponibilidad de este alimento fue que, algunas veces, los

bovianos fallecían por diversas causas, y por lo tanto su carne no podía ser comercializada, pero si aprovechada para alimentar a los cocodrilos. El alimento se congelaba, y posteriormente se iba utilizando para alimentar a los cocodrilos. El alimento se mantuvo congelado por un periodo máximo de 2 meses.

El alimento era cortado en pequeños trozos y suministrado a los organismos 4 o 5 veces por semana de acuerdo a la aceptación de los organismos por éste. La cantidad suministrada fue ajustada con base en el alimento sobrante al día siguiente de acuerdo a las recomendaciones de Joanes y McNease (1976) y Coulson y Coulson (1989) y siempre se cuidaba de suministrar la suficiente carne para que se presentara un ligero "exceso" al día siguiente, esto para asegurar que todos los cocodrilos comieran en suficiente cantidad, y asegurar así un máximo consumo (Bolton, 1980). La hora de suministro del alimento generalmente fue entre las 13:00 y 14:00 hrs, ya que durante ese intervalo de tiempo usualmente se presentaba la máxima temperatura del día. El criterio para suministrar el alimento a esas horas se fundamentó en el hecho de que, la temperatura estimula el apetito de los cocodrilos (Dieffenbach, 1975; Casas-Xandreu, 1977; Coulson y Hernandez, 1983; Huerta, 1986).

#### G. MANEJO DE DATOS DE CRECIMIENTO (Longitud total).

Considerando que Coulson y Coulson (1989) observaron que la capacidad de crecimiento en longitud (mm/día) para A. mississippiensis es constante con respecto a la talla (cm) durante toda la vida de estos organismos; y de acuerdo a que Alvarez del Toro (1974) y Levy (1991) observaron que la tasa de crecimiento anual (cm/año) para Crocodylus moreletii y para otras especies de cocodrilos es constante hasta antes de alcanzar la madurez sexual, se elaboró la siguiente ecuación, que es una modificación de la ecuación dada por Andrews (1932) para medir la tasa de crecimiento mensual (cm/mes) y anual de los organismos jóvenes de este estudio:



$$tCA = (Lf - Li) / (T2 - Ti)$$

donde:

Lf = Longitud final (cm)

Li = Longitud inicial (cm)

T2 - T1 = Número de días

tCA = Tasa de crecimiento diaria que multiplicada por 365 es la tasa de crecimiento anual; multiplicada por 30 es la tasa de crecimiento mensual.

Los registros de longitud final y las tasas de crecimiento anuales y mensuales de los **cocodrilos** se organizaron y analizaron en medidas numéricas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estandar, coeficiente de variación, error estandar, intervalo de confianza y amplitud). Los datos de crecimiento fueron comparados con los registros procedentes de otros autores.

Para evaluar si las tasas de crecimiento anuales de los cocodrilos estuvieron en función de sus tallas iniciales, se hizo una regresión lineal entre la talla inicial y la tasa de crecimiento anual y se calculó el coeficiente de correlación. Además se hizo una prueba de t de Student para evaluar si hubo diferencias significativas en las tasas de crecimiento anuales entre los organismos de mayor talla inicial (n = 9) y de menor talla inicial (n = 9).

Para evaluar si hubo diferencias significativas entre los valores de tasas de crecimiento mensuales para cada fecha de medición, se hizo un Análisis de Varianza (ANDEVA) y la prueba de Diferencias Mínimas Significativas (DMS). En el caso de las tasas de crecimiento de las diferentes fechas que no fueron significativas entre si, se calculó su media aritmética, y su correspondiente media aritmética de temperatura ambiental máxima, media y mínima.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presentan los datos de crecimiento de Crocodylus moreletii:

CUADRO 1. DATOS ESTADISTICOS EN RELACION A LONGITUD INICIAL Y FINAL; Y TASE, DE CRECIMIENTO ANUAL DE Crocodylus moreletii (n = 18).

	$\bar{X}$	S	C.V. (%)	$S_x$	INTERVALO DE CONFIANZA (P = 0.95)	INTERVALO
LONGITUD INICIAL (cm) ; Edad (23 meses)	69.2	13.6	19.9	3.25	(62.7-75.7)	46.0- 96.5
LONGITUD FINAL (cm) ; Edad (35 meses)	117.0	12.6	10.8	2.96	( 0 - 291.0	144.0
TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL (cm/año)	47.7	3.4	7.1	0.80	(46.1-49.3)	44.0- 54.0
TASA DE CRECIMIENTO MEDIA MENSUAL (cm/mes)	4.0	0.2	7.1	0.04	(3.9 - 4.1)	3.7-4.5

$\bar{X}$  = MEDIA

S = DESVIACION ESTANDAR

C.V. = COEFICIENTE DE VARIACION

$S_x$  = ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

La casa de crecimiento anual registrada para C. moreletii en este estudio tuvo la apariencia de una distribución normal (Fig. 5) y su media fue superior a la registrada por Huerta (1986) y por López (1992); ia calculada por Alvarez dei Toro (1974), y la predecida por Del Real (1983); quienes registraron valores de crecimiento menores o iguales a 30 cm/año para organismos de la misma especie y con similar talla. La tasa de crecimiento anual para Crocodylus moreletii jóvenes observada en este estudio (47.7 cm/año) fue cercana a la registrada para Alligator mississippiensis (55 cm/año; Joanen y McNease, 1987); Crocodylus novaeguinae (40 cm/año; Montague, 1991) y Gavialis gangeticus (50-55 cm/año; Singh, 1984) de similar talla, los cuales estuvieron en condiciones de crianza intensiva, ya sea mediante el uso de cámaras ambientales o encierros al aire libre.

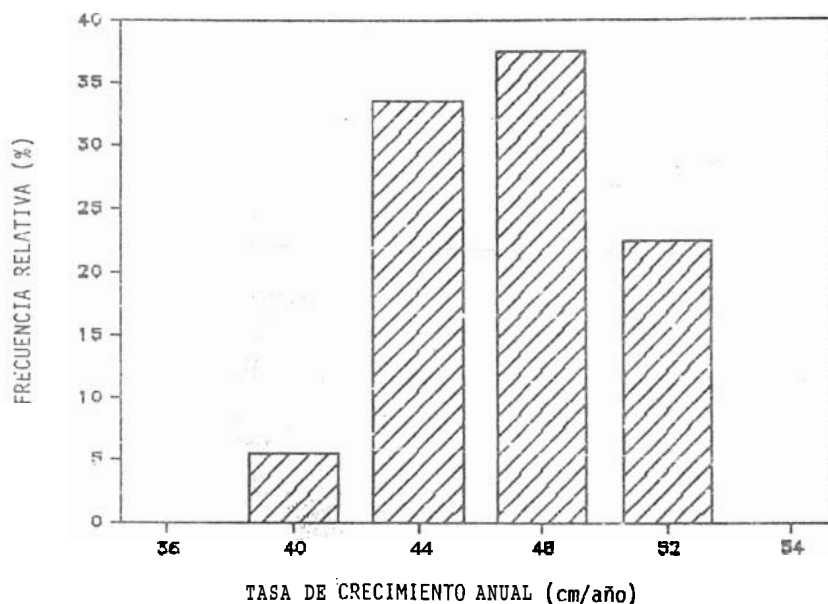


FIG. 5. DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS RELATIVAS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE *Crocodylus moreletii* ( $n = 10$ ) DE LOS 23 A LOS 35 MESES DE EDAD ALIMENTADOS *ad libitum* CON CARNE ROJA Y EN UN ENCIERRO AL AIRE LIBRE A UNA TEMPERATURA MEDIA ANUAL DE 26.5°C.

La relación peso-longitud para C. moreletii jóvenes se presenta en la figura 6, la cuál tuvo un comportamiento similar al registrado por Huerta (1986) para esa misma especie y por Coulson y Hernandez (1983) para A. mississippiensis de similar talla, aunque las edades de los organismos para cada par le coordenadas fueron diferentes en los tres casos.

En el cuadro 2 se presentan los datos de longitud final de los organismos de este estudio, comparativamente con los datos de organismos de similar edad registrados por otros autores para C. moreletii y algunas de las especies de cocodrilos para las cuales se ha estudiado el crecimiento.

CUADRO 2. MEDIA DE LONGITUD FINAL DE LOS COCODRILOS DE ESTE ESTUDIO Y LOS DE OTROS AUTORES.

ESPECIE	EDAD (meses)	LONGITUD FINAL (cm)	CITA
<u>C. moreletii</u>	35	117.7	Este estudio
<u>C. moreletii</u>	36	85.0	Del Real (1963)
<u>C. moreletii</u>	36	60.0	Revilla (1989)
<u>C. novaeguinae</u>	36	120.0	Montague (1991)
<u>C. rhombifer</u>	36	195.0	Castellanos (1977)
<u>A. mississippiensis</u>	33	140.0	Joanen y McNease (1987)*

\* Registros para crianza intensiva

La talla alcanzada por C. moreletii a los 35 meses para este estudio fue muy superior a las tallas registradas para C. moreletii de la misma edad (Del Real, 1983; Revilla, 1983), pero fue cercana a la registrada para C. novaeguinae bajo crianza intensiva (Montague, 1991), situación que sugiere que el manejo que se dió a C. moreletii en este estudio fue el adecuado para que los organismos estuvieran cerca de alcanzar la talla comercial (1.3-1.6 m) en su tercer año de vida, periodo que se considera el razonable para obtener el éxito con la crianza comercial de cualquier especie de cocodrilos (Montague, 1991).

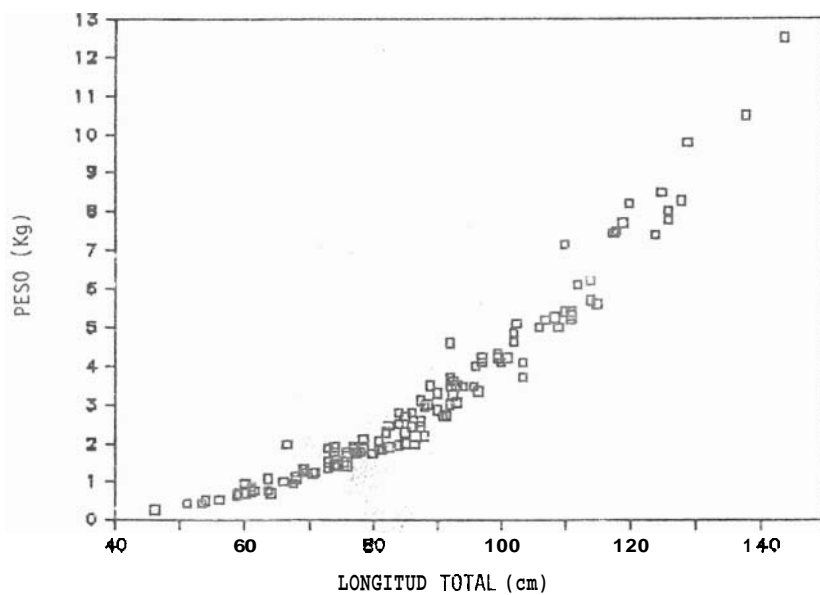


FIG. S. RELACION PESO-LONGITUD DE *Crocodylus moreletii* (108 datos) ENTRE LOS 23 Y 35 MESES DE EDAD CRIADOS EN UN ENCIERRO AL AIRE LIBRE.

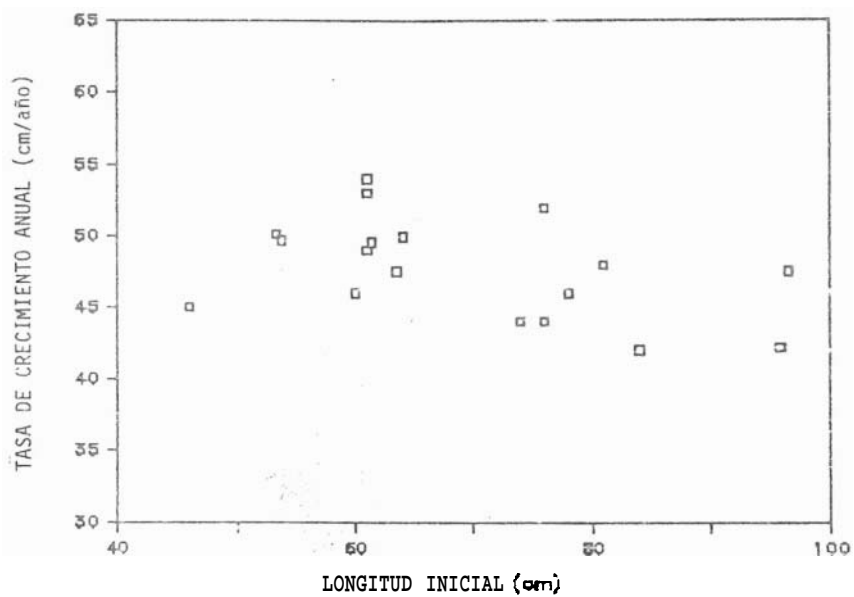


FIG. 7. TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE *Crocodylus moreletii* EN RELACION A SU LONGITUD INICIAL.  
(n = 18)

Considerando que el comportamiento de **dominancia** (competencia) en **organismos** cautivos se **detecta** cuando las variaciones en **las tasas** de crecimiento son **estadísticamente** significativas (**Stamps y Tanaka, 1981**) **se puede observar** que durante el periodo de estadio no se **presentó** jerarquía de dominancia, pues **agregado** a lo anterior **tampoco** se registraron peleas por espacio; alimento **o** por los sitios de asoleo, como ha **sido observado** cuando existe **restricción** de alguno de esos factores (**Aivarez del Toro, 1974; Joanen y McNease, 1976; Casas-Andreu, 1977; Bolton, 1980; Huerta, 1986**). Así puede resaltarse que los efectos de **dominancia** en el crecimiento de **Crocodylus moreletii** en este estudio, no se presentaron a causa de que se **suministró** alimento a saciedad y **se** dispuso de sitios amplios para el aaoieo de los **organismos**.

En el cuadro 3 y Fig 8 se presentan los valores de la tasa de crecimiento mensual (**cm/año**) de los cocodrilos para cada periodo comprendido entre las fechas de **mediciones**.

CUADRO 3. DATOS ESTADISTICOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO MENSUAL DE LOS COCODRILOS PARA CADA UNA DE LAS FECHAS DE MEDICION.

FECHA día-mes-año	TASA DE CRECIMIENTO (cm/mes)	S	C.V. (%)
09 JUL 91	-	-	-
12 AGO 91	5.6	0.87	15
17 SEP 91	5.1	1.18	23
17 OCT 91	2.6	0.76	28
22 ENE 92	2.0	0.42	20
22 ABR 92	2.7	0.57	19
29 JUL 92	5.9	0.90	14

S = DESVIACION ESTANDAR; C.V.= COEFICIENTE DE VARIACION

Las tasas de crecimiento mensuales más bajas (2.0 - 2.7 cm/mes) se **presentaron** en la epoca fria del año (**mediados** de octubre a mediados de **marzo**) y las más altas (5.1 - 5.9 cm/mes) en la época cálida del año (finales de abril a mediados de septiembre). En el **ANDEVA** y prueba de DMS (0.0005) se encontraron diferencias significativas entre las tasas de crecimiento entre los meses de **ambas** épocas (DMS = 0.90;  $P > 0.0005$ ), pero no hubo significancia entre los meses de una misma época (DMS = 0.90;  $P > 0.0005$ ) (cálida o fria). La temperatura máxima, media y minima promedio para la

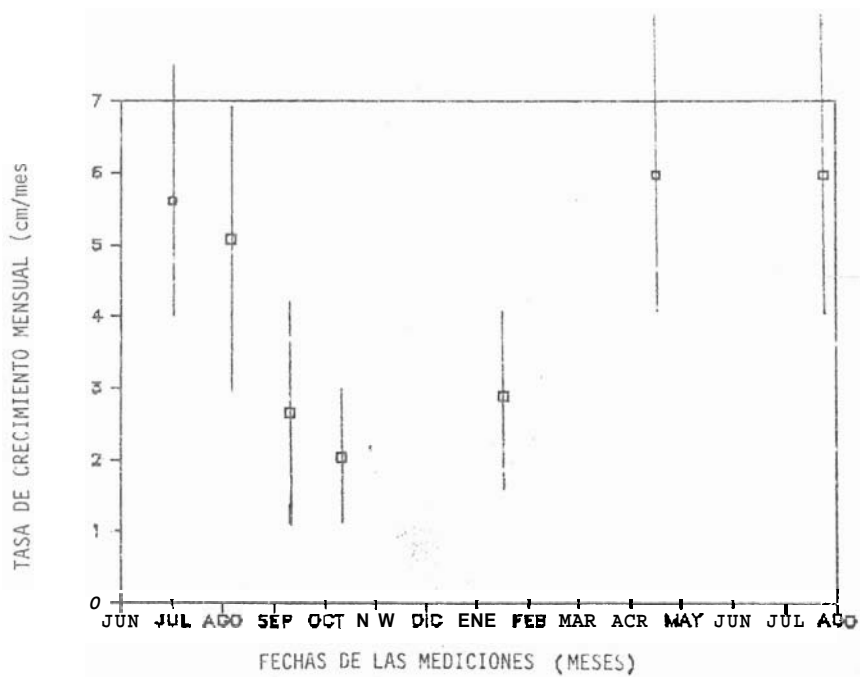


FIG. 8. TASA DE CRECIMIENTO MENSUAL DE *Crocodylus moreletii* ENTRE LAS FECHAS DE MEDICIONES.



época fría y cálida; y las tasas de crecimiento promedio para Crocodylus moreletii en ambas épocas se presentan en el cuadro 4.

CUADRO 4 TEMPERATURA MAXIMA, MEDIA Y MINIMA PROMEDIO PARA LA EPOCA FRIA Y CALIDA; Y LAS TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO PARA Crocodylus moreletii EN AMBAS EPOCAS

	No.días	T. MAX	T.MED	T.MIN	TASA DE CRECIMIENTO
EPOCA	No.días	T. MAX	(°C)		(cm/mes)
		34.4	28.4	22.6	
CALIDA	221	30.0			
$\bar{X}$ Pond.	150	31.9	26.5	21.1	4.0
$\bar{X}$ Pond.		31.9			

..... = MEDIA PONDERADA

La variación en las tasas de crecimiento registradas para C. moreletii en este estudio corresponde con lo descrito para otras especies de cocodrilos y aligatores (Singh, 1984; Joanen y McNease, 1987) en los cuales las mayores tasas de crecimiento se presentan durante los meses cálidos, y las menores tasas de crecimiento durante los meses fríos.

Los C. moreletii en este estudio debieron alcanzar su temperatura óptima durante los meses calurosos, lo cual se refleja en las tasas de crecimiento observadas. Aunque los cocodrilos presentan comportamiento de termorregulación, el cual permite a éstos alcanzar su temperatura óptima para el crecimiento (Bogert, 1939; Lang, 1987), es posible que durante los meses fríos esa temperatura no pudo ser alcanzada, ya que la disponibilidad térmica del ambiente fue menor que en los meses cálidos.

Las temperaturas ambientales medias para cada mes durante el periodo de estudio fueron similares a los registrados para el sitio de estudio por García (1981; Fig. 9) durante varios años.

Las medias ponderadas de temperatura máximas, medias y mínimas anuales para el periodo de estudio fueron 31.9, 26.5 y 21.1°C respectivamente (cuadro 4) y estuvieron dentro del intervalo de temperaturas registradas para la región (32-34; 26-29; 20-22°C) durante un periodo de 30 años (Atlas del Agua, 1970). Por lo anterior puede decirse que Tabasco es un buen sitio para el

crecimiento de Crocodylus moreletii y de acuerdo a las isotérmicas del Atlas del Agua (1970), probablemente también lo son el *sur* de Veracruz, Campeche y la Península de Yucatán, que están en la misma isotérma de temperatura máxima, media y mínima que Tabasco.

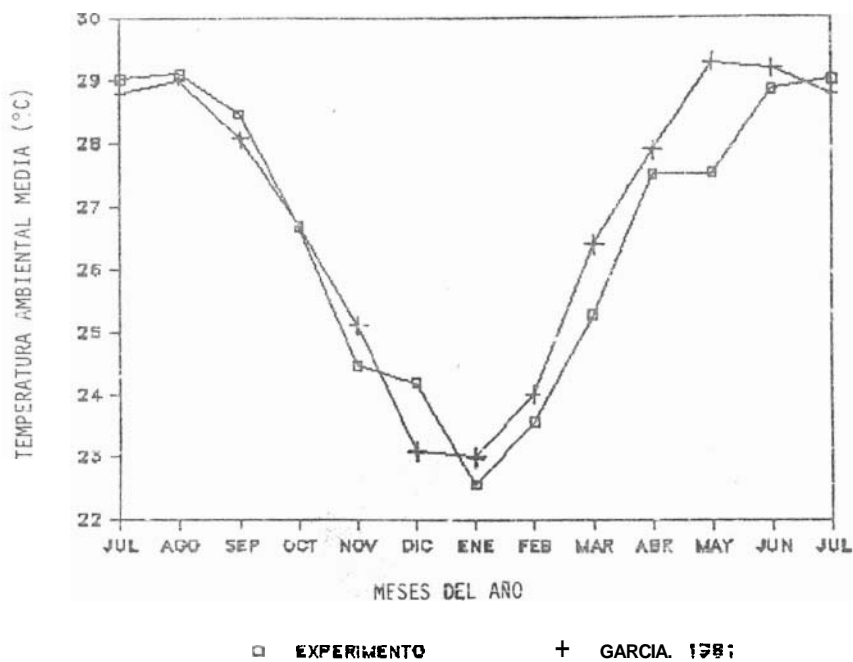


FIG. C. TERMOGRAMA DURANTE EL PERÍODO DE ESTUD 10 Y TERMOGRAMA PARA LA LOCALIDAD (Según García, 1981).

## VI. CONCLUSIONES

Los C. moreletii crecieron un promedio de 47.7 cm/año, siendo hasta la fecha, el mayor crecimiento registrado para la especie; el cuál fue cercano al registrado para otras especies bajo crianza intensiva.

Los organismos a los 35 meses midieron un promedio de 1.17 m de longitud total, valor también cercano al registrado para las especies bajo crianza intensiva.

En la prueba de t de Student no se detectaron diferencias significativas entre las tasas de crecimiento anuales (cm/año) para los C. moreletii de las clases (40-70 cm) y (70-100 cm) de longitud inicial.

Las tasas de crecimiento mensuales más bajas (2.0 - 2.7 cm/mes) se registraron de mediados de octubre a mediados de marzo a un promedio de 30, 25 y 20°C de temperatura ambiente máxima, media y mínima respectivamente y las más altas 5.1 - 5.9 cm/mes) de finales de abril a mediados de septiembre a un promedio de 34.4, 28.4 y 22.5°C para temperatura ambiente máxima, media y mínima respectivamente.

De acuerdo al ANDEVA y prueba de DMS no se encontraron diferencias significativas para las tasas de crecimiento entre los meses de una misma época (DMS = 0.90;  $P < 0.0005$ ), pero si hubo diferencias significativas entre todos los meses de una época en relación con la otra (DMS = 0.90;  $P < 0.0005$ ).

En el termógrafo, la temperatura mensual durante el periodo de estudio fue similar al registrado para la localidad durante un periodo de 19 años.

Los promedios de temperaturas máximas, medias y mínimas durante todo el periodo de estudio fueron 31.9; 26.5 y 21.1°C respectivamente; las cuales estuvieron dentro del intervalo de temperaturas registradas para la región (32-34; 26-28; y 20-22°C)

durante un periodo de 30 años (Atlas del Agua, 1970). Por lo anterior puede decirse que Tabasco es un buen sitio para el crecimiento de Crocodylus moreletii y de acuerdo a las isotermas del Atlas del Agua (1970), probablemente también lo son el sur de Veracruz, Campeche y parte de la Península de Yucatán, que presentan la misma isotérma que Tabasco para temperatura máxima, media y mínima.

El alimento suministrado a Crocodylus moreletii en el presente estudio (carne de res) parece ser con el que se presentan las mayores tasas de crecimiento para esta especie y posiblemente está cerca de satisfacer sus requerimientos nutricionales, ya que las máximas tasas de crecimiento (5.8 cm/mes) registradas durante la época cálida del estudio fueron cercanas a las máximas tasas de crecimiento registradas para Alligator mississippiensis (6.2 cm/mes) de similar talla bajo condiciones ideales de nutrición, alimentación y temperatura

La carne de res procedente de la ganadería bovina de desecho, en el futuro puede llegar a ser una de las alternativas de alimento para la crianza de C. moreletii en Tabasco. Además también pueden elaborarse alimentos balanceados con una composición similar a la de la carne de res, a partir de otros subproductos de la ganadería, como recientemente se han estado haciendo para alimentar a A. mississippiensis en los E.U.A.

Como conclusión general puede decirse que en el presente documento, hay información suficiente para hacer un diseño de una industria o empresa de producción de cocodrilos del tipo 'ranching' (con organismos de arriba de 40 cm) en su fase de crianza intensiva en cautiverio (ver pag. 1).

## VII. LITERATURA CITADA

- Alvarez del Toro, M. 1974. Los crocodylia de México. Instituto Mexicano de Recursos Renovables. México, D.F. 70 p.
- Andrews, R.M. 1982. Patterns of growth in reptiles. In Biology of Reptilia. Vol. 13. Physiological Ecology. Ed. por Carl Gans. Academic Press. London, UK. pp 273-317.
- Atlas del Agua de la República Mexicana. 1970. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. 253p.
- Avery, R.A. 1982. Field studies of body temperatures and thermoregulation. In Biology of Reptilia. Vol. 12. Physiological Ecology. Ed. por Carl Gans. Academic Press. London, UK. pp 93-143.
- Benito, V.R. 1988. Manual de técnicas para la captura y el manejo de cocodrilianos silvestres y en cautiverio. Tesis de Licenciatura, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 211 pp.
- Blake, D.K. y Loverdridge, J.P. 1975. The role of commercial crocodile farming in crocodile conservation. Biol. Cons. 8: 261-272.
- Bogert, M.C. 1949. Thermoregulation in reptiles - a factor in evolution. Evolution, 3: 195-211.
- Bolton, M. 1980. The crocodile project in Papua, New Guinea. World Animal Review 34: 15-22.
- Brattstrom, B.H. 1965. Body temperatures of reptiles. Am. Midl. Nat. 73: 376-422.
- Cabrera, A.A. 1991. El cultivo de cocodrilos en México. Curso de Biología y Conservación de Cocodrilos en México, organizado por Casas-Andreu G., Instituto de Biología (UNAM) e Instituto de Historia Natural. México, 16 p.
- Casas-Andreu, G. y Guzmán-Arroyo M. 1970. Estado actual de las investigaciones sobre cocodrilos mexicanos. Inst. Nal. de Inv. Biol. Pesq. Serie Divulgación, Bol. 3: 1-50.
- Casas-Andreu, G. 1977. Notas preliminares de un estudio sobre la cría en cautiverio de Crocodylus moreletii en la estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", Ver. México. CNEB, vol.7 (1-4):19-25.
- Case, T.J. 1978. On the evolution and adaptive significance of postnatal growth rates in the terrestrial vertebrates. Q. Rev. Biol. 53: 243-282.
- Castellanos R. 1977. Algunos parámetros hematológicos en el cocodrilo cubano (Crocodylus rhombifer, Cuvier). Rev. Cub. Cienc. Vet. 6: 65-69.

Chabreck, R.H. y Joanan T. 1979. Growth rates of American alligators in Louisiana. *Herpetologica* 35: 51-57.

Cloudsley-Thompson, J.L. 1964. Diurnal rhythm of activity in the Nile crocodile. *Am. Behav.* 12:98-100.

Coibert, E.H., Cowles, R.B. y Bogert, C.M. 1946. Temperature tolerance in the American alligator and their bearing on the habits, evolution and extinction of the dinosaurs. *Am. Mus. Nat. Hist. Bull.* 86: 331-373.

Coulson, R.A., Coulson, T.D. 1989. Biochemistry and physiology of alligator metabolism *in vivo*. *Am. Zool.* (29) 3: 931-934.

Coulson, T.D., R.A. Coulson, T. Hernandez. 1973. Some observations on the growth of captive alligators. *Zoologica* 58: 47-52.

Coulson, R.A. y Hernandez, T. 1983. "Alligator metabolism studies on chemical reactions *in vivo*". Pergamon Press: Oxford. 162 p.

Del Real, V.F. 1983. Observaciones sobre la reproducción y crecimiento de crías de *Crocodylus moreletii* en cautiverio con algunas indicaciones sobre el costo de su comercialización. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 96p.

Densmore III, D.L. y Owen, R.D. 1989. Molecular systematics of the order crocodilia. *Am. Zool.* (29) 3: 831-842.

Diefenbach, C.O. 1975. Thermal preferences and thermoregulation in *Caiman crocodylus*. *Copeia*:1975: 530-540.

Dufaure J.P. 1987. La reproducción de los cocodrilos. *Mundo Científico* 6(62): 970-979.

Gans, C. 1989. Crocodiles in perspective!. *Am. Zool.* (29) 3: 1051-1054.

Garcla, M.E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. de Geografía. UNAM. México. 243p.

Hernández, M., A. Chavéz y H. Bourges. 1977. Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Inst. Nal. de la Nutrición. México, D.F.; 34 p.

Hernandez T. y Coulson, R.A. 1952. Hibernation in the alligator. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 79: 145-149.

Huerta, M. P. 1986. Etología, reproducción y biometría del cocodrilo (*Crocodylus moreletii*) en cautiverio. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, D.F. 102 p.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). 1989. Diagnóstico de la ganadería bovina en la región Tabasco. Serie Divulgación 19, 32 p.

INEGI. 1988. Síntesis de la información cartográfica y climática del estado de Tabasco. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. pp 9-11.

Joanen, T y L. McNease. 1976. Culture of immature American alligators in controlled environmental chambers. Proc. World Mariculture Soc. 7: 201-211.

Joanen, T y L. McNease. 1987. Alligator farming research in Louisiana, U.S.A. In Wildlife Management: Crocodiles and Alligators. Ed por Grahame J.W. Webb, S. Charlie Manolis y Peter J. Whitehead. Surrey Beatty and Sons. Northern Territory, Australia. pp 329-340.

Lang, J.W. 1987. Thermal selection in crocodiles. In Wildlife Management: Crocodiles and Alligators. Ed por Grahame J.W. Webb, S. Charlie Manolis y Peter J. Whitehead. Surrey Beatty and Sons. Northern Territory, Australia. pp 303-317.

Levy, C. 1991. Endangered species: Crocodiles and Alligators. Chartwell books, U.S.A. 180p.

López, G.M.P. 1992. Estudio de una población en cautiverio de la especie Crocodylus moreletii después de la época de reproducción. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 31 p.

López, M.H. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y parte de Chiapas. Cuadernos Universitarios. UACH. Chapingo, Edo. de México.

Louisiana Department of Agriculture and Forestry. 1988. Louisiana: the source. Office of Marketing, Baton Rouge, Louisiana, USA. 10p.

McNease, L. y Joanen T. 1981. Nutrition of alligators. Alligator Production Conference. Gainesville, Florida 1: 15-28.

Montague, J.J. 1991. Culture of crocodilians. In World Animal Science 4: Production of aquatic animals (crustaceans, mollusks, amphibians and reptiles). Ed por C.E. Nash. Elsevier Science Publishers B.V. The Netherlands. pp. 209-223.

Mol?, E.9. y Legler, J.M. 1971. The life history of a neotropical slider turtle, Pseudemys scripta in Panama. Bull. Los Angeles Co. Mus. Nat. Hist. Sci. 11: 1-102.

Ocaña, F.B. 1991. Estudio sobre el crecimiento de Crocodylus moreletii durante su primer año de vida. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 66 p.

Pianka, E.R. 1982. Evolutionary Ecology. Harper and Row. New York. 365 p.

Pough, H.F. y Gans C. 1982. The vocabulary of reptilian thermoregulation. In Biology of Reptilia. Vol. 12. Physiological Ecology. Ed. por Carl Gans. Academic Press. London. pp 17-24.



Revilla, R.C. 1989. Manejo médico zootécnico de una granja de cocodrilos para la producción de piel y carne. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán. México. 46 p.

Singh, L.A.K. 1984. Food requirements and food conversion in the gharial, Gavialis gangeticus (Gmelin). In Developments in crocodilian research and management. Ed. por L.A.K. Singh. Institute of India, FAO. pp 106 (abstract).

Spotila, J.R. 1972. Behavioral thermoregulation of the American alligator. In Thermal Ecology. Ed. por J.W. Gibbons y R.R. Sharitz. AEC Symposium series, Conf. 730505: 322-333.

Stamps, J.A. y Tanaka, S.K. 1981. The relationship between food and social behavior in juvenile lizards (Anolis aeneus). Copeia 1981: 422-434.

Trujillo, N.A. y Palma, L.D. 1987. Estudio agrológico detallado del CEICADES, área Km. 21. Colegio de Postgraduados. Cárdenas, Tabasco. pp 97-106.

Virgen, A.J. 1978. Resultados sobre crecimiento en dos especies de cocodrilo: Crocodylus moreletii (Duméril y Duméril) y Caiman sclerops chiapasius (Bocourt) en el Centro Acuícola de Temazcal, Oaxaca. Segundo Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. México: Departamento de Pesca: pp. 2137-2157.

Webb, G.J.W., R. Buckworth y Ch. Manolis. 1983. Crocodylus ionhstoni in a controlled-environment chambers: a raising trial. Aust. Journ. Wld. Res..(10): 421-432.

Wilbur, C.C. 1960. Effect of temperature on the heart in the alligator. Am. J. Physiol. 198: 861-863.

Wright, J.C. 1986. Effects of body temperature, mass and activity on aerobic and anaerobic metabolism in juvenile Crocodylus porosus Physiol. Zool. 59 (5): 505-513.