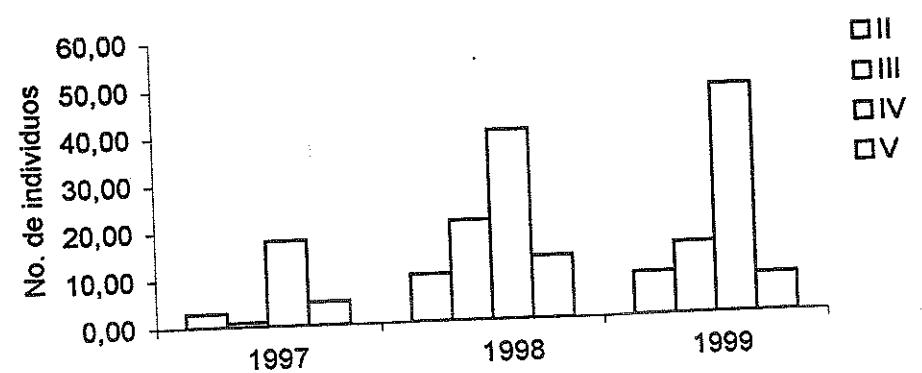
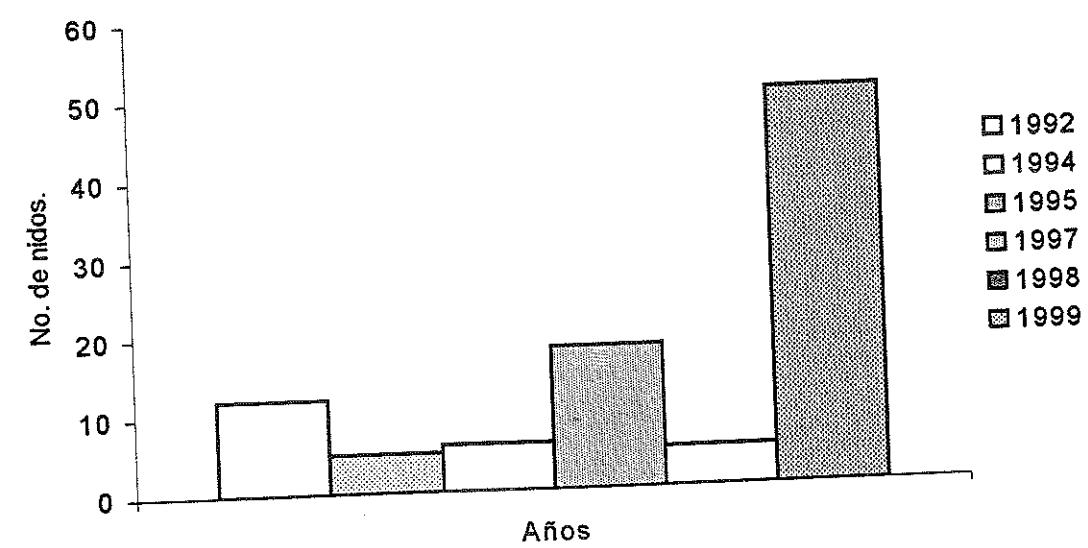


**Gráfico 3: Estructuras de tallas en 1997, 1998 y 1999 de
C. acutus en el PN Laguna de Tacarigua (II= 60-120 cm LT,
III=120-180 cm LT, IV=180-240 cm LT, V>240 cm LT)**



**Gráfico 3: Número de nidos puestos en el sector Puerto
Escondido del P.N. Laguna de Tacarigua, entre 1992 y 1999.**



***Crocodylus acutus* at Sumidero Canyon National Park.
How did they reach the Grijalva river?**

Luis Sigler and Antonio Ramírez Velázquez.

Zoológico Regional Miguel Alvarez del Toro. A.P. 6, Tuxtla Gutiérrez, C.P. 29000
Chiapas, México. Telefax: Mex (961)2 99 43,
E.mail: crocosigler@chiapas.net

INTRODUCTION

Chiapas is a complicated biological and geographic mosaic due to its intertropical latitude that cause high temperatures; to the influence of two oceans that provide their humidity; and due to the presence of high mountains that modify the weather and the vegetation. Chiapas has, in 100 square kilometers, a bigger variety of weathers and landscapes than those that are present in Europe, Canada and United States, territories that cover closer than 30 million square kilometers. Chiapas' richness could be compared to that from Brazil, which has a surface 80 times bigger than Chiapas (De la Maza y De la Maza 1993).

Chiapas belongs geologically to Nuclear Central America, land that emerged more than 400 millions of years ago. At the beginning it formed part of Pangea, the primordial continent. Later, it was disconnected to the south and constituted the southern peninsula of Laurasia, the continent formed by North America and Eurasia, 60 million years ago. When it was disconnected from Laurasia, it was island for almost 50 million years -between the Paleocene and Miocene-. Finally, Chiapas was connected with South America and with North America 3 million years ago, when the Nicaraguan Depression and the Tehuantepec Isthmus arose (De la Maza y De la Maza 1993).

The Grijalva river is born in the mountains of Guatemala and goes north through the Mexican state of Chiapas, passing eventually to the Gulf of Mexico. In the middle of its length, there is a region with green mountains and the river passes near the city of Tuxtla Gutierrez, capitol of the state of Chiapas and passes into a narrow canyon called El Sumidero. There it descends 600 meters in 25 kilometers, with white waters by 19 rapids and 11 waterfalls (Lee 1996).

According to Lee (1996), before the construction of the hydroelectric dams of the Grijalva river, the only constricted points between the center of the basin (Chiapa de Corzo) and the lowlands of Tabasco and Veracruz were the Sumidero Canyon and Tres Picos Canyon (down stream of Chicoasen).

Sumidero canyon begins from Belisario Dominguez bridge in Chiapa de Corzo and has 19 km. of length, with a minimum width of 1 km. and a maximum of 2. Its depth goes from 700 to 1200 m. It is located at 16°44' North Latitude and 93°02' West Longitude at the pointed bridge (Colmenero 1978).

There are two hypothesis about the Sumidero Canyon formation: one proposes that in an earlier period of much rainfall, a highly eroded channel was

formed, and the river entered into that channel. Instead of going Northwest and flowing into the La Venta river, the Grijalva runs inside the Sumidero Canyon, making it deeper and running North and Northwest of Tuxtla Gutierrez city (Mulleried 1957 in Colmenero 1978). The other theory proposes that part of the Central Depression of Chiapas was an antique sea; the water began to infiltrate into the rocks dissolving them. In conjunction with a telluric movement, the land lost a portion letting the water get into it and this begin to run strongly and continue with the erosion. When the sea was desiccated, the river that surely goes to it, continued its natural course and with the pass of time, further eroded the canyon (Alvarez del Toro 1960 in Colmenero 1978).

Crocodylus acutus is a big crocodile, currently some animals more than four meters long can be seen. In Mexico, *C. acutus* is the biggest reptile and the largest non oceanic predator, this gave the species an intrinsic particular value (Castillo 1997). IUCN considers *C. acutus* as an endangered specie, CITES place it on appendix I (Flores and Gerez 1994) and also is located in the Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 as Rare.

Crocodylus acutus is a wide distributed species in the american continent, reflected in its common name of "American crocodile". This species occurs in freshwater as well as in brackish water of coastal habitats. Nevertheless this is a species mainly located at the coast. *C. acutus* is ecologically adaptable and extends its distribution inland, especially along the course of larger rivers (Thorbjarnarson 1989). The species also inhabits landlocked lakes, rivers of fast flow as the Grijalva, rivers of slow flow and riparian systems with lagoons. The altitude above sea level affects its distribution with close relation with the weather. *C. acutus* occurs from sea level to 350 m. (Guzmán 1973). Individuals have been reported at altitudes of up to 610 m. in Honduras (Schmidt 1924 in Thorbjarnarson 1989) and 1,220 m in Tehuantepec river Mexico (Thorbjarnarson 1989).

In México it is distributed in three macro-regions:

- Pacific slope, from the Fuerte river in Sinaloa state to Suchiate river in the state of Chiapas (Casas and Reyna 1994), where it is sympatric with *Caiman crocodilus fuscus* only in a small portion of Oaxaca state and in all the coast of Chiapas (Alvarez del Toro 1974).
- Upper slope of the rivers Grijalva and Usumacinta. This region is located inside the continent at more than 110 lineal kilometers from the Pacific coast and runs along the biggest rivers of Chiapas, when these rivers reach the Gulf of Mexico slope, the species is could be sympatric with *C. moreletii*, but currently there is no evidence of *C. acutus* in the Tabasco state (Alvarez op.cit., Sigler 1997).
- Yucatan peninsula, Gulf of México slope and Caribbean sea. Closer to the coast the species occurred from the southern half of Veracruz to Quintana Roo. In this region it is or was sympatric with *Crocodylus moreletii* (Alvarez del Toro op.cit., Thorbjarnarson 1989).

Casas and Reyna (op.cit.) cited 18 °C isotherm as the distribution limit and pointed out than the populations are located in frost free regions. Casas (1997) manifested than there are not any fossils of *Crocodylus acutus*, and this can be interpreted that this is a recent species. This author also suggest than the species can be dispersed active and passively. Adult animals can displace from the continent to some islands by the ocean, or can travel big distances in a short period of time. Hatchlings and juveniles can be dragged by the force of seasonal floods to the estuaries and to the open sea (Casas 1997).

Peterson in 1969 informs about the species at Sumidero Canyon (Guzmán op.cit.). Alvarez del Toro (op.cit.) made important observations about nesting and home range of *Crocodylus acutus* in the northern part of Sumidero Canyon, decreed since 1980 as a National Park. He also studied and collected specimens of bigger sizes in the La Venta river, a tributary of the Grijalva; at a site that is now under the water of Nezahualcoyotl dam, near the state border with Tabasco.

Ross and Ross in 1973, made observations about *Crocodylus acutus* in the Grijalva river, including the waters of the Sumidero Canyon and collected specimens than showed an atypical pattern of lateral tail scalation. They suggested that they could be signs of *C. moreletii* genes and they asked themselves about the origin of this group of crocodiles. When they consulted Professor Miguel Alvarez del Toro, he explained them than Grijalva's "acutus" came from the Tehuantepec Isthmus (Ross 1997).

The populations of *Crocodylus acutus* that we know in the Central Depression of Chiapas, occurs as far as "Lagartero lakes" or "Colon lakes" near the border line with Guatemala, this place is connected to Grijalva river by the San Gregorio, located at more than 700 km. from the end of the Grijalva at the Gulf of Mexico and with 600 m of elevation.

According Lee (1996), before the construction of the hydroelectric dams in the Grijalva river in Chiapas, the only very constricted places between the middle of the slope (Chiapa de Corzo) and the low lands of Tabasco and Veracruz were the Sumidero Canyon and Tres Picos Canyon, near Chicoasén. In his expedition on 1973, they found tens of crocodiles and many trails in the sandy beaches, but these have now disappeared because of the flooding of the dam.

The construction of four hydroelectric dams in the Grijalva river: Belisario Dominguez, Manuel Moreno Torres, Nezahualcoyotl and Peñitas, increased the aquatic habitat availability for crocodiles. Nevertheless it drowned nesting places, opened the lake to crocodile hunters and fragmented the genetic flow of the population, now isolated into four groups by the bigger dam walls of each one (Sigler in press).

In 1999, investigators of the Paleontological office of the Natural History Institute, found fossilized roots of mangrove and two crocodilians in Ocozocuautla municipality, located in the Central Depression of Chiapas. One of the crocodilian fossils shows a well preserved skull, and it is not of *Crocodylus acutus*, it resembles the form of a Tomistomid. This evidence clearly reinforces

the theory of an interoceanic connection that occurs in Chiapas and overall that crocodiles were founded here, formerly on sea shore that is now tropical rain forest.

DISCUSSION

It is important before realizing a biogeographical analysis, to consider geological - evolutionary aspects, because these can provide important data that explain the presence, absence and dispersion pattern of the study species.

Crocodylus acutus is a species which can disperse actively, and if we consider the idea of Chiapas as island in the past and part of an interoceanic connection, we support the hypothesis of Grijalva river basin colonization by *C. acutus* by a maritime passage when that connection existed.

Although Casas (1997) cited than there are no fossil record for the species, we think this is because of the lack of field studies in this area and specially in this part of the country.

Sigler (*in press*) made a recompilation of information about *C. acutus* in Mexico and because the lack of data about the species in Tabasco, and absence of evidence of collected or live animals, the authors suspect than the connection between the Grijalva river and its end at the Gulf of Mexico was not the one which let the species ascend up the river. We are more interested in a prehistoric connection from the Pacific ocean to the Atlantic. When this connection was disappearing, the crocodiles found an adequate habitat in the Central Depression of Chiapas, a place with acceptable weather conditions between high mountains and along one of the biggest rivers of Mexico, the Grijalva.

If the migration of *Crocodylus acutus* begun at the Gulf of Mexico, they would have to displace more than 700 km ascending up the river and to climb rapids and high waterfalls. The population of *Crocodylus acutus* in Chiapas has been isolated from that of Tabasco, if one exists, since 1964 when Nezahualcoyotl dam was built. *Crocodylus acutus* may be extinct at Tabasco state because there was a high tradition in hunting crocodiles, *C. acutus* living near the big rivers was easier to eliminate than *C. moreletii* who lives in swamps and lakes and which still occurs there and its population is recovering.

Crocodylus acutus populations are more abundant in the Pacific Plain of Mexico than those reported at the Gulf of Mexico by Guzman (1970), but the presence of the species in the Gulf of Mexico is questionable (Lazcano 1988). People of communities near "Peñitas" hydroelectric dam report the occurrence of *C. acutus* today at this place is near the Chiapas border line with Tabasco but social problems makes it difficult to evaluate the crocodile populations at night (Mandaano *com.pers.*). Even if there are *Crocodylus acutus* in Tabasco state, it does not mean exclusively than the species migrated from the Gulf of Mexico but may also confirm the idea of the interoceanic communication occurred between the states of Oaxaca, Chiapas, Veracruz and Tabasco.

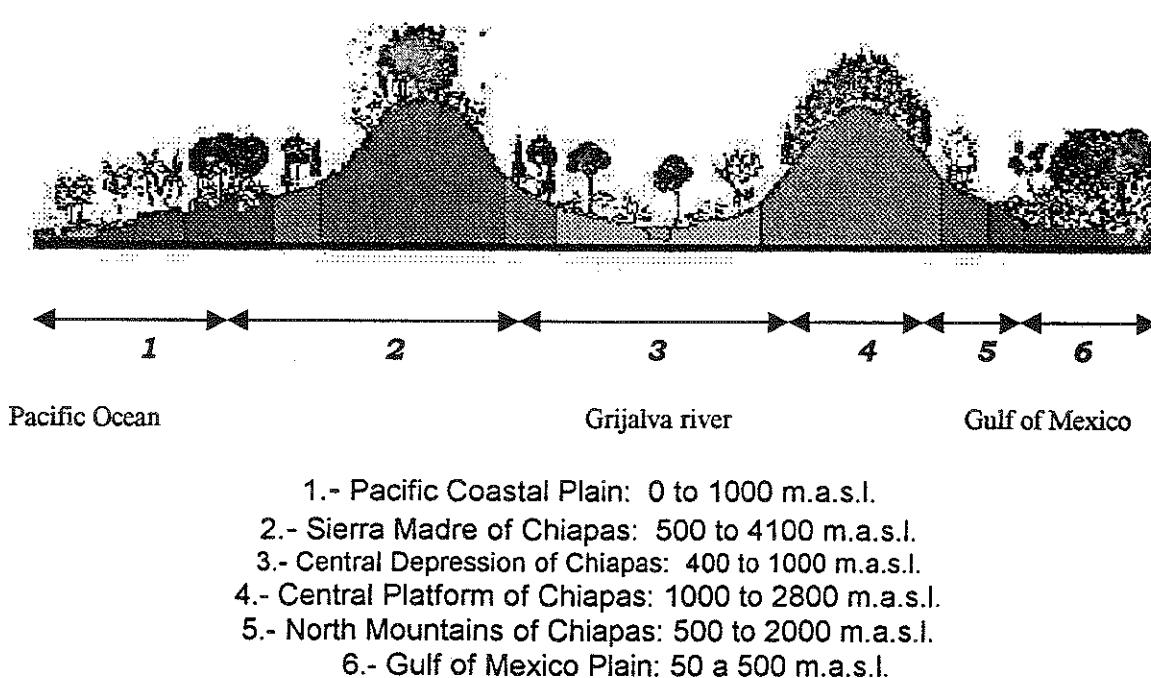
We consider it of high importance to intensify the genetic studies and paleontology of the region in order to better understand if the intrusion of *Crocodylus acutus* to the Grijalva river is a migration from the Gulf of Mexico or from the Pacific plain.

CITED LITERATURE

- Alvarez del T. M. 1974. Los Crocodylia de México (Estudio comparativo). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. 70 pp.
- Casas A. G. 1997. Dispersión o vicarianza en la distribución de *Crocodylus* en el continente americano. En: Memorias de la 4^a Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de América Latina y el Caribe. CRIA, SECOCOM, UJAT. Villahermosa, México.
- _____ and Reyna T.T. 1994: Climate and distribution of *Crocodylus acutus* in the Mexican Pacific Coast. *Biogeographica* 70 (2): 69-75.
- Castillo S.F.A. 1997. Observations on two american crocodile populations in Colima state, Mexico, with possible management implications. Thesis of Master in Science, Auburn University, Alabama, U.S.A.
- Colmenero R. L. C. 1978. Rescate de fauna en el embalse de Chicoasén, Chiapas. (Cañón del Sumidero). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 44 pp.
- De la Maza E. R. G. y J. De la Maza 1993. Mariposas de Chiapas. Gobierno del estado de Chiapas. México. 223 pp.
- Figueroa O. B. 1995. *com. pers.* C.I.C.E.A.-U.J.A.T., Villahermosa, Tabasco. Tel. (91)(93) 54 43 08.
- Flores V. O. y Gerez P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. U.N.A.M. México, 439 pp.
- Guzmán A. M. 1973. Biología e Importancia Económica de los Cocodrilos Mexicanos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 123 pp.
- Lazcano B. M. A., Flores V. O. A., Benabid N. M., Hernández G. J. A., Chávez P. M. P. y A. Cabrera A. 1988. Estudio y Conservación de los anfibios y reptiles de México: una propuesta. Cuadernos de Divulgación INIREB No. 25, Xalapa, Veracruz, México. 44 pp.
- Lee W. T. A. 1996. Una exploración en el Cañón del Sumidero. Separata en Anuario 1995. Centro de Estudios Superiores de México y Centroamérica. Chiapas, México. 172 pp.
- Mandujano C. H. O. 1999. *com. pers.* Escuela de Veterinaria, UN.A.CH., Chiapas.
- Pérez R. J. J. 1998 *com. pers.* Dirección General de Vida Silvestre. SEMARNAP. Av. Revolución No. 1425 Nivel 21, Col. Tlacopac San Ángel, C.P. 01040, México, D.F. Tel: (Mex) (5) 6 24 33 15, C. elec: jjperez@chajul.ine.gob.mx

- Ross F. D. 1997. A geographically divided historical review of items about *Crocodylus acutus*, *Crocodylus moreletii* and *Crocodylus rhombifer* in volumes 1 to 9 of the I.U.C.N. Crocodile Specialist Group Newsletter; with notes about citing items, and about an expedition investigating central American *Crocodylus*. In: Memorias de la 4^a Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de América Latina y el Caribe. CRIA, SECOCOM, UJAT. Villahermosa, México.
- Sigler L. 1997. Poblaciones silvestres de cocodrilianos en el estado de Chiapas. en: Memorias de la 4^a Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de América Latina y el Caribe. U.I.C.N. Villahermosa, Tabasco, pp: 189 - 192.
- _____ En prensa. Conservación y manejo de *Crocodylus acutus* en México.
- Thorbjarnarson J.B. 1989. "Ecology of the american crocodile" *Crocodylus acutus*. in: Crocodiles: their ecology, management and conservation. Switzerland C.S.G. of the S.S.C. of the I.U.C.N. pp: 228-258.

Fig. 1 Physiographic Regions of Chiapas state, Mexico



ESTADO DE CONSERVACION DEL LAGARTO REAL (*Crocodylus acutus*) EN LA CUENCA DEL RIO GRIJALVA EN CHIAPAS

Hernán Mandujano Camacho
 Universidad Autónoma de Chiapas, México
hcamacho@montebello.unach.mx

Con el objetivo de conocer el efecto de las presas hidroeléctricas (PHE) sobre las poblaciones de *Crocodylus acutus* en la cuenca del Río Grijalva en el Estado de Chiapas, durante el año 1999 fue estimada la abundancia relativa espacial a través de muestreos sistemáticos estratificados, para conocer las posibles diferencias de tamaño de las poblaciones y su estructura. Con el mismo objetivo, serán comparadas 11 variables de hábitat de las zonas de mayor abundancia relativa *versus* las de menor abundancia, para poder inferir en la preferencia de hábitat de la especie. Para conocer la apreciación cultural, actitud hacia la especie y obtener información biológica de *C. acutus* de los usuarios del río, será utilizado el método de entrevistas (grupales e individuales). Los usuarios fueron divididos en dos categorías, los directos (pescadores y operadores de lanchas turísticas) y los indirectos (agricultores y ganaderos). La información obtenida permitirá conocer y comparar, las posibles diferencias de opinión.

La información que ha sido colectada, permite observar *grosso modo* dos poblaciones importantes, la del Parque Nacional Cañón del Sumidero, compuesta por mayor número de individuos menores a 1.20m. En la hidroeléctrica La Angostura, han sido observados varios cocodrilos superiores a 2.00m. En los fragmentos correspondientes a las hidroeléctricas de Malpaso y Peñitas, no han sido observados organismos habiendo recorrido aproximadamente 75 % de cada fragmento.

Respecto a la información colectada de los usuarios del río, en el fragmento de Malpaso, los pobladores aseguran que en la desembocadura de uno de los ríos tributarios al Grijalva, el Río Lagartero, aún pueden ser observados lagartos reales. En el fragmento de Peñitas, los pobladores aseguran que "ya no hay lagartos ahí". En el fragmento de la angostura no existe el servicio de transporte fluvial comercial, la mayoría de la información colectada ha sido de pescadores, quienes aseguran que a ellos no les importa que los lagartos estén ahí, ya que son animales que ahí nacieron y ahí deben de estar, pero que les causa enojo que destruyan sus redes de pesca. El caso contrario sucede en el fragmento de Chicoasen, donde en la totalidad de las entrevistas han sido operadores de lanchas turísticas que brindan el servicio de recorrido fluvial en el Cañón del Sumidero, ellos aseguran que los visitantes exigen ver cocodrilos y que las propinas son abundantes cuando los observan, por lo tanto el interés de que la especie incremente su población es alto, sin embargo, se ven frustrados en el conocimiento de la biología de las especies que ahí habitan, particularmente de los cocodrilos ya que no pueden responder a las preguntas que los turistas les hacen.

Algunas notas sobre el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*), en la región de Bahía de Banderas, México/Some notes about the river crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Bahia de Banderas area, Mexico.

Helios Hernández Hurtado¹, Fabio Germán Cupul Magaña²,

1)Departamento de Ecología, H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco, México, hhh474@vallarta.cuc.udg.mx 2) Departamento de Ciencias, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco, México, fcupul@pv.udg.mx

ABSTRACT

The Bahía de Banderas (Bay of Banderas) with its 1,047 km² area, it is considered one of the largest bays in the west central portion of the Mexican Pacific littoral. The bay encompasses the southwest and northwest portions of the states of Nayarit and Jalisco, respectively. Geographically, it is located between 20° 15' and 20° 47' latitude North, and 105° 15' and 105° 42' longitude. Most of the coastal plain of the bay, goes only a few meters into the continent. There is a portion, however, that extends 30 km inland, in the area called the Ameca River Delta, which includes an area of 75 km² and takes up 25 of the 115 km of shoreline.

The Ameca River, besides functioning as state borderline, receives the volume of the Mascota river and is the main subsidiary of the sediments towards the bay, allowing the formation and renewal of beaches over the north region. In the Ameca Delta three of the most important coastal bodies are located. The El Salado estuary, the El Quelele lagoon, and Boca de Tomates, which are under human pressure and are important habitat for the river crocodile (*Crocodylus acutus*).

Population studies carried out in the El Salado estuary, the El Quelele lagoon and Boca de Tomates area, allow to establish that the density of crocodiles in the Bahía de Banderas is about 100 individuals, from little youngsters 15 cm long to beautiful individuals 4 m long. Unfortunately this population difficult way of the river crocodile's life, is decreasing day by day, because the development of housing obstacles in the already

RESUMEN

Bahía de Banderas, con sus 1,407 km² de superficie es considerada como una de las grandes bahías del litoral centro occidente del Pacífico mexicano. Territorialmente la bahía comprende la parte suroeste y noroeste de los estados de Nayarit y Jalisco, respectivamente. Se ubica geográficamente entre los 20° 15' y 20° 47' de latitud Norte y los 105° 15' y 105° 42' de longitud Oeste. Por otro lado, la mayor parte de la planicie costera de la bahía, sólo se desplaza unos cuantos metros hacia el interior del continente, pero existe una fracción que se extiende hasta 30 km tierra adentro, la cual comprende un área de 75 km² y, de los 115 km totales de costa, abarca 25 km. Este importante río, además de servir como límite estatal entre Jalisco y Nayarit e incrementar su volumen de agua por los aportes del río Mascota, es el principal subsidiario de sedimentos hacia la bahía, lo que permite la formación y renovación de playas en su región norte. En el delta del Ameca, se encuentran los tres cuerpos costeros más grandes y representativos de la zona: el estero "El Salado", la laguna "El Quelele" y "Boca de Tomates", los cuales están bajo presión humana y sin la evaluación de su potencial biológico y social.

Los estudios poblacionales realizados en el estero El Salado, la laguna El Quelele y Boca de Tomates, permiten establecer que la densidad de cocodrilos en la Bahía de Banderas se ubica alrededor de los cien ejemplares, desde pequeñas crías de 15 centímetros de longitud, hasta bellos ejemplares de 4 metros de largo. Desafortunadamente esta población se reduce día a día, ya que el desarrollo de infraestructura habitacional y de servicios continúa poniendo obstáculos a sus áreas naturales de crianza y alimentación..

Ecology and Conservation of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve, Jalisco, Mexico

Marciano Valtierra-Azotla

Fundación Ecológica de Cuixmala

Apartado postal 161, C.P. 48980

Melaque, Jalisco, México

Tel. y Fax: 52 335 10361

e-mail: fundacion_ecologica@gdl.icanet.net.mx

Abstract

The Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve maintains probably one of the largest and most important populations of *Crocodylus acutus* in Mexico. The survey results obtained to date (230 ind. on average), and the number of nests found per year (29 on average) permits estimation of an approximate population size of 500 to 600 crocodiles. The number of nests (n = 11), as well as the average clutch size (18 eggs/nest) registered in 1989, compared with the average number of nests (n = 29) registered in the last three years, including the average clutch size (33.4 eggs/nest), indicate that in the last ten years a greater number of females of reproductive age have been incorporated into the wild population. The information obtained during the research will be of value in establishing an effective management and conservation strategy for this population. In addition, the study will enable the development of actions to diminish the possibility of conflicts between local communities and the crocodile population which inhabits the Cuitzmala River, adjacent to the reserve.

Introduction

The first reports on the existence of the American Crocodile population in the Chamela-Cuixmala Biosphere Reserve (ChCxBR, here after) were published by Casas-Andreu (1990) and by Casas-Andreu and Méndez (1992) in which 205 crocodiles were recorded in April 1988, and 86 crocodiles recorded in May 1989. During the same period, a total of 11 nests were located, of which 10 were active with an average clutch size of 18 eggs. In 1989, Lazcano estimated the size of 31 individuals of this population within arbitrary size classes of 40 cm lengths, observing an age structure with an abundance of individuals in the smaller size classes, while individuals greater than 2.5 m represented 26% of the population. Later, De Luna (1995) analysed monthly fluctuations in the population from June 1992 to May 1993, registering a maximum of 356 individuals in the month of August (corresponding to hatching of young and the rainy season), and a minimum of 146 individuals in the month of April (dry season). In 1997, we reinitiated studies on the American Crocodile in the area with the aim of estimating the current size and structure of the population, and obtaining information on nesting activity in the area. The results presented here relate to data obtained in the last three years.

Study area

The study site is located within the ChCxBR (19° 22' N, 104° 56' W). The area is characterized by a marked seasonality in precipitation, with 86% of the annual rainfall occurring from June to October, and a prolonged drought from November to May (Bullock 1986). The study site comprises an inundated coastal floodplain within which is located a system of water

channels (approx. 6 km in length) and lagoons of brackish water originating from the mouth of the Cuitzmal River, and which contain water throughout the year. Four artificial lagoons of variable surface area (range 1.6 - 15 ha) were also constructed during 1988 on the floodplain (De Luna, 1995). Vegetation along the edges of the channels and lagoons is comprised principally of carizal (*Phragmites australis*), red mangrove (*Laguncularia racemosa*) and tule (*Typha latifolia*), with isolated trees of manzanilla (*Hippomane mancinella*) and ciruelillo (*Phyllanthus elsiae*). For historical reasons the area may be divided in two zones of contrasting physiognomy. The first (Cuixmala) is an area in which the original vegetation was disturbed over the previous 50 years, but has been protected since 1998. In this area there is continuous activity of people and vehicles traversing roads which occur around some of the water courses. In the second area (Careyes), the original vegetation is relatively intact and is comprised principally of red mangrove and carizal (*R. mangle* and *P. australis*), with some trees of ciruelillo (*P. elsiae*) and manzanilla (*H. mancinella*).

Methods

Population survey. Field studies were carried out from June 1997 to November 1999. To estimate the size, age structure (by size classes), and density of the population, nocturnal surveys were conducted systematically over 3 consecutive nights in the channels and lagoons. The method used during surveys was similar to that applied in other studies (Bayliss, 1987; Thorbjarnarson, 1988), and includes the use of hand and head lamps, spotlight reflector, an electric motor boat, and a manual counter. To estimate the size of individuals and determine population structure, four size categories were established: juveniles (0.3-1.2 m), subadults (1.2-2 m), adults (> 2 m), and only eye shines for animals where it was not possible to estimate body size.

Reproductive ecology. Surveys of nesting activity were conducted on foot (along the river) and by vehicle (channels and lagoons in Cuixmala), and by canoe (Careyes). Potential nesting areas were identified by the characteristic tracks left by female crocodiles. In addition, nesting sites identified in previous years (pers. obs.) were revisited to determine nesting activity. Once located, the nests were carefully excavated by hand, recording the clutch size and egg characteristics (weight, length, and width). In 1997, the entire clutch of eggs was counted, weighed, and measured for 10 nests located in the Cuixmala site, while in 1998 a sample of 10 eggs in 6 nests was taken. In 1999, complete analysis was conducted on 10 clutches, and data-loggers were installed to analyse the internal nest temperature throughout the incubation period. Eggs were weighed using Pesola spring balances of 100 g and 300 g (0.3% precision). Measurements of egg length and width were taken with a Scala Steel calliper (capacity 6"/150 mm). In addition, data was recorded on nest dimensions and physical parameters such as distance to water, substrate, surrounding vegetation, and height of nest above the water line.

Results

Nocturnal counts and population size. From June 1997 to November 1999, a total of 17 routes were conducted, embracing 95% of the surveyable area in the channels and lagoons of Cuixmala and Careyes. An average of 229 crocodiles were recorded, with a maximum number of 544 animals in the month of August 1997 (in the hatching period) and a minimum of 123 in February 1999 (Figure 1). The population variation during these surveys was similar in both survey zones, with an average of 122 animals located in Cuixmala and 107 in Careyes.

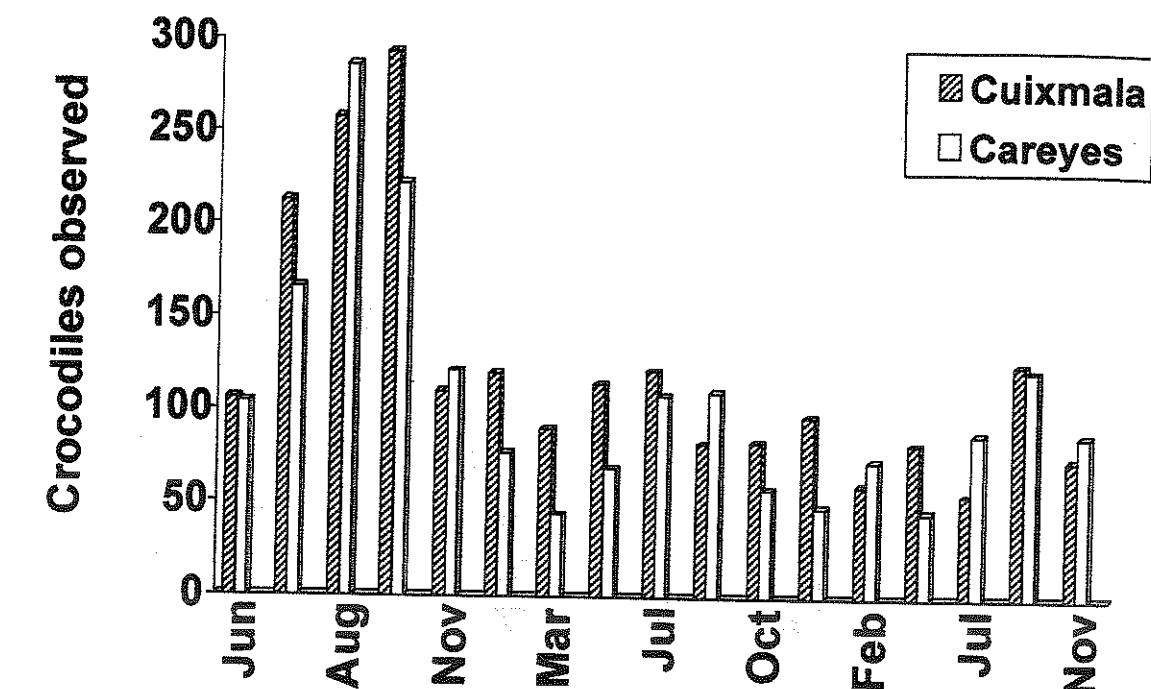


Figure 1. Populational variation of *C. acutus* in the ChCxBR.

Age structure and population density. In 1999, estimates were made of the sizes of animals observed in the nocturnal surveys, in order to obtain an age structure for the population. Preliminary data indicates a population composed of 57% juveniles (0.3-1.2 m), 7% sub-adults (1.2-2 m), and 16% adults (greater than 2 m); the remaining segment includes the category of 'eyes only' (Figure 2).

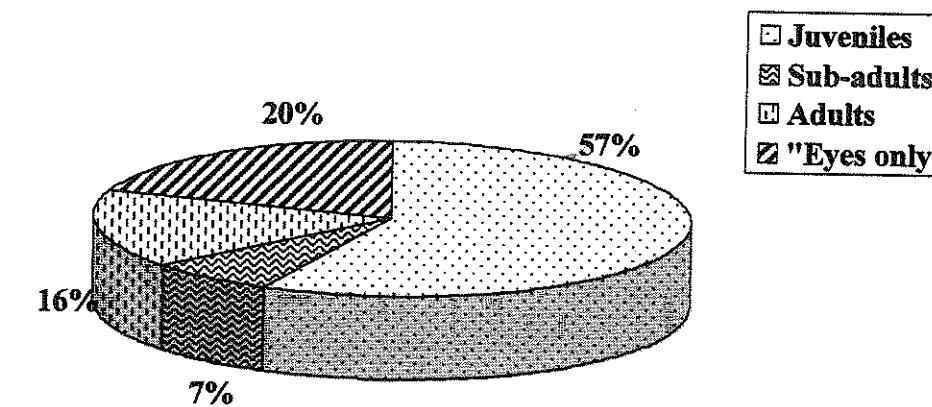


Figure 2. Population structure by body sizes of *C. acutus* in the ChCxBR.

Reproductive activity. A total of 85 nests were registered over the three reproductive periods, of which 70% were located in Cuixmala, 27% in Careyes, and the rest along the Cuixmala River. All nests were holes excavated in the soil, and the areas used most frequently by nesting females were elevated sites, with no or scarce vegetative cover. Average clutch size was 33.4 eggs per nest, with an average clutch weight of 3 kg. Figure 3 provides a comparison between the number of nests located in 1989 and those located in the reserve over the last three years.

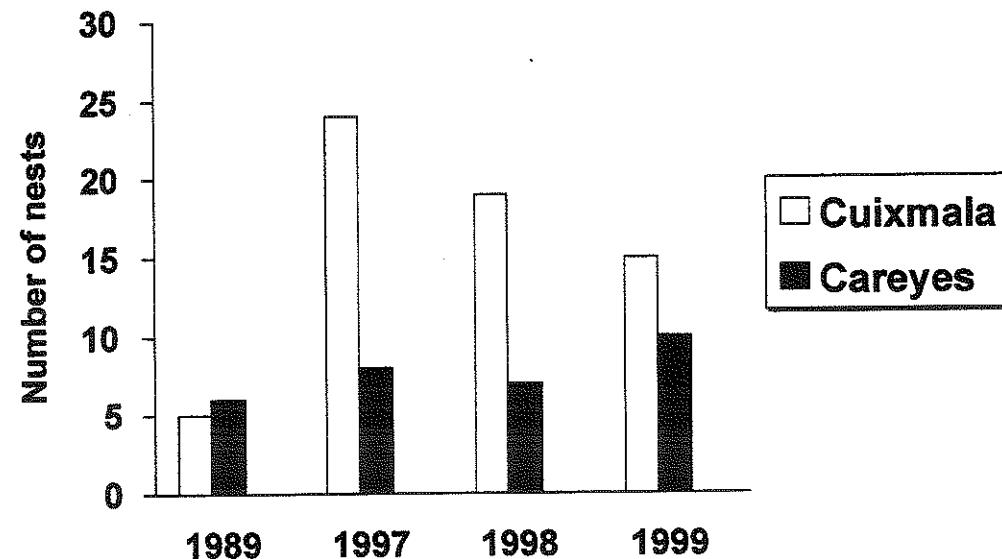


Figure 3. Number of nests of *C. acutus* registered in the ChCXB R

Conclusions

- The ChCXB R maintains probably one of the largest and most important populations of the American Crocodile in Mexico.
- The increased number of nests found in the last three years (average 29 nests/year) as compared with those found in 1989 by Casas-Andreu (11 nests), suggests that in the last ten years a greater number of reproductive females have been incorporated into the population.
- The average clutch size registered during 1997 and 1998 (33 eggs/nest), as compared with that reported by Casas-Andreu in 1989 (18 eggs/nest), suggests that the population is composed of mature females of a greater size than 10 years ago.
- It is clear that the protection afforded to the area has been beneficial to this species, making the ChCXB R a nationally and internationally important site for conservation of the American Crocodile.
- It is important to continue the research in order to obtain a better understanding of the population trends and dynamics.
- Finally, the information generated in the study will be of value in developing an effective management and conservation strategy for the species, which at the same time helps to minimize the possibility of conflicts between humans and crocodiles.

Acknowledgements

I am grateful to the Fundación Ecológica de Cuixmala for the support received in the realisation of this study; to John Thorbjarnarson for his invaluable ideas and recommendations which have notably improved this project; and to Lorena Morales for her assistance with the field work. To Denver Zoological Foundation for the new canoe. Katherine Renton assisted with the english translation of the manuscript.

References

- Bayliss, P. 1987. Survey methods and monitoring within crocodile management programs. Pp. 157-175. In: Wildlife management: Crocodiles and Alligators. G.J.W. Webb, S.C. Manolis, & P.J. Whitehead. Surrey Beatty and Sons Pty. Ltd/Conservation Commission of the Northern Territory.
- Bullock, S. H. 1986. Climate of Chamela, Jalisco, and trends in the south coastal region of Mexico. Arch. Met. Geoph. Biocl., Series B 36: 297-316.
- Casas-Andreu, G. 1990. *Crocodylus acutus* on the coast of Jalisco. Crocodile Specialist Group Newsletter 9(4): 19-20.
- Casas-Andreu, G., & F.R. Méndez. 1992. Observaciones sobre el ecología de *Crocodylus acutus* en el Río Cuitzmala, Jalisco, Mexico. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 43: 71-80.
- De Luna, L.O. 1995. Fluctuación de la densidad de *Crocodylus acutus* en Cuitzmala, Jalisco, México. B.Sc. diss. Universidad Autónoma del Estado de México. 58 p.
- Lazcano-Barrero, M. 1989. Report on the status and conservation of the American Crocodile in Cuixmala, Jalisco, México. Unpublished report.
- Thorbjarnarson, J. 1988. The status and ecology of the American Crocodile in Haiti. Bull. Florida State. Mus., Biol. Sci. 33(1): 1-86.

Avances de la Situación Actual de *Crocodylus acutus* en Jalisco, México.

Paulino Ponce Campos y Sara M. Huerta Ortega. Bosque Tropical, A. C. A. P. 5-515. Guadalajara, Jalisco, México. C.P. 45042. e-mail: smhuerta@jal1.telmex.net.mx

RESUMEN

El Estado de Jalisco cuenta con una extensa área costera con esteros y áreas inundables localizados principalmente en las desembocaduras de ríos y arroyos. A pesar de la existencia de hábitat adecuado para *Crocodylus acutus*, existen varios problemas que afronta la especie. Además de la explotación histórica, actualmente las poblaciones están disminuyendo debido a la fragmentación del hábitat, la contaminación, la pesca, el turismo, los asentamientos humanos entre otros.

Este proyecto forma parte del Plan de Conservación para *C. acutus* en Jalisco, donde se presentan los resultados de más de 6 años de trabajo de campo. El presente estudio pretende dar a conocer los resultados preliminares de la situación actual de las poblaciones silvestres de cocodrilos en Jalisco para su manejo y conservación.

Con este propósito se visitó la mayoría de los cuerpos de agua, ríos y áreas inundables en la costa de Jalisco, además de hacer una revisión y análisis de bibliografía publicada para el estado, y de esta forma actualizar la información sobre la situación actual de *C. acutus*. Dentro del trabajo se presenta información sobre presencia y ausencia de la especie en los cuerpos de agua, censos, principales cuerpos de agua, principales poblaciones de la especie, tipos de vegetación, actividades que se realizan, prioridades de conservación, estudios realizados, acciones para el manejo y conservación, así como una aproximación de los diferentes complejos que existen de los cuerpos de agua con base en la problemática, posibilidades de migración por mar y tierra, interacción de áreas inundables y distancia entre cuerpos de agua, para el manejo de metapoblaciones.

Palabras clave: Situación actual, *Crocodylus acutus*, costa de Jalisco, México.

SESSION: 4. Biology and Conservation of *Crocodylus acutus*

Presentation and poster

MANAGEMENT OF WILD *Crocodylus acutus* CLUTCHES UNDER NATURAL FORCED INCUBATION AL “LA ENCRUCIJADA” BIOSPHERE RESERVE, CHIAPAS, MEXICO.

Sigler L.(1), Vázquez-L. M.P., Muñiz-C. M.I. and Salomón González-Blanco B.
(1) Zoológico Regional Miguel Alvarez del Toro. A.P. 6, Tuxtla Gutiérrez, C.P. 29000
Chiapas, México. Telefax: Mex (961)2 99 43,
E.mail: crocosigler@chiapas.net

INTRODUCTION

“La Encrucijada” Biosphere Reserve (LEBR) is located in the southeast of the Pacific coast of the state of Chiapas (fig. 1). It was decreed on June 6th of 1995 and poses 114,868 has. There, it is a wide cover of Mangrove and also has Tropical forest, Palms, Coastal dune and wetlands.

The “Lagarto real”, name used in the place for *Crocodylus acutus* due its big size, is in danger of extinction because the intensive hunting in the past and some in present time, habitat destruction and/or modification, and the kill of crocs because they are considered dangerous to fishermen and they nets (Martínez-I. 1996).

In 1997 and 1998, Sigler and Martínez-I. done a research entitled “Actual status diagnostic of the crocodilians populations *Caiman crocodilus* and *Crocodylus acutus* in La Encrucijada Biosphere Reserve, Chiapas”, which was financed by Benito Juárez Investigation System “S.I.B.E.J.” and the Natural History Institute “I.H.N.”.

In that research they detected the predation of ten clutches in 1998 by humans in most of the cases but also by dogs and raccoons (fig. 2,3). Because that, an estimating of loose of 300 eggs was calculated. The present research was planned in order of rescue this germoplasma in collaboration with personnel of the reserve and technicians of the breeding centers of “El Palomo”, “Cocodrilos de Chiapas” and “Kab-Aín” in Tapachula city.

The objectives of the present work were:

- a) To detect and characterize the nests of american crocodile in L.E.B.R. in the 1999 season.
- b) To collect the eggs of the ten nests that were destroyed or predated on 1998.
- c) To Incubate 5 clutches at “La Concepción” camp under “Natural Forced Incubation Technique”.
- d) To incubate 5 clutches in “El Palomo” Breeding center under “Artificial Incubation Technique”.

METHODS

Three visits were conducted in LERB between February 27th and March 31st with the intention of covering the nesting season known for the specie in the place. In the second and third visits 2 and 6 nests were detected respectively and 266 eggs were collected. 126 were incubated under “Natural Forced Incubation Technique” at “La Concepción” camp and 140 eggs were incubated under “Artificial Incubation Technique”: 38 in the Reserve offices at Acapetahua and 102 in “El Palomo” breeding center at Tapachula.

The egg collection was realized with all the cautions and putting them into unicel containers (fig. 4). Those eggs to be natural forced incubated were placed as faster as it can be done into holes caved in sandy soil in the meteorological station at the camp, in similar conditions to the natural (fig. 5). All the NFI holes were marked with a piece of wood with their data (fig. 6). The eggs for Artificial Incubation were transported by boat and by car avoiding hard movements.

The embryonic age was estimated for each clutch to predict the time of hatching. Every day, eggs at "NFI" and "AI" were aspersed with warm water and when it was considered, non viable eggs were took out.

RESULTS

In the first visit no nesting activity was registered but we noted female visitation and preparation. In second and third visit, two and six clutches were detected and extracted respectively to conform a total of eight clutches who were incubated under our protocols.

The clutches were detected in five nesting localities, three places have only one nest, but one have two and other three nests.

The incubation period had variations in its length (57 to 77 days) because none all of the clutches were collected at the ovoposition time -what is the best for the management-, some clutches had three weeks under Natural incubation.

One hundred and three live hatchlings and four deadbirths were obtained by "NFI" (fig. 7) comparing to the 77 live hatchlings and four deadbirths by "AI". The live hatchlings were putted in wide plastic containers with water and were exposed to small amounts of sun light (fig. 8). Before the five day of age, all were moved to "El Palomo" facility to the medical inspection and after that, they were housed at "Kab - Aín" (fig. 9,10) for growing them and future restock in some areas of "LEBR".

DISCUSSION

The length of "NFI" was notably shorter than "AI" and we think this because artificial incubators were kept at 30° C. In the "NFI", temperatures were presumably higher and nevertheless they were not measured, they were the ones that make shorter the incubation duration.

The average size of the collected eggs, 70 - 80 mm in length x 44 a 48 mm in width were inside the cited ranges by different authors; in the same way, the neonate total length was not different and was from 260 to 290 mm.

CONCLUSION

We recommend widely the Natural Forced Incubation as a tool of conservation of american crocodile clutches located in places with high risk of loosing as predation or flooding. The place selected for the transplantation of the clutches must be as similar as possible to that selected by the female crocodile, but protected to avoid the

entrance of predators or exit of neonates. Also, dairy attention must be given to keep the soil moisture and to hear the vocalizations of the small crocodiles before hatching.

Natural Forced Incubation results cheaper than the Artificial one, and if the place is well selected, it keeps great similitude with the Natural Incubation. The limitation of "NFI" is the lack of temperature control comparing with the Artificial Incubation.

The results of this research will help in changing the idea of local people against crocodiles and in the next future a project of ranching can be propose (fig. 10).

THANKS TO

The supporters: Natural History Institute (IHN) and Benito Juárez Investigation System (SIBEJ). Special thanks to the "Sigall's" for their compression and support.

LITERATURE CITED

- Alvarez del T.M. 1974. Los Crocodylia de México, estudio comparativo. I.M.R.N.R., México D.F. 70 pp.
- Martínez I. J. A. 1996. Las poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodilus*) en una zona pesquera de la Reserva de la Biosfera "La Encrucijada"; Chiapas, México. Tesis de Maestría, ECOSUR, Chiapas, México.
- Sigler L. 1994. Reproducción del lagarto real *Crocodylus acutus* en el ZOOMAT, Chiapas, México. en: Memorias del XII Simp. sobre Fauna Silv. Gral. M.V. Manuel Cabrera V. U.N.A.M. C.E.PA.N.A.F. pp: 253-262.
- _____ y J. A. Martínez I. 1996. Diagnóstico del estado actual de los cocodrilianos (*Crocodilus acutus* y *Caiman crocodilus*) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas. Proyecto presentado ante el Sistema de Investigación Benito Juárez.
- _____ 1997. Poblaciones silvestres de cocodrilianos en el estado de Chiapas. en: Memorias de la 4^a Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de América Latina y el Caribe. U.I.C.N. Villahermosa, Tabasco, pp: 189 - 192.

FIG. 1

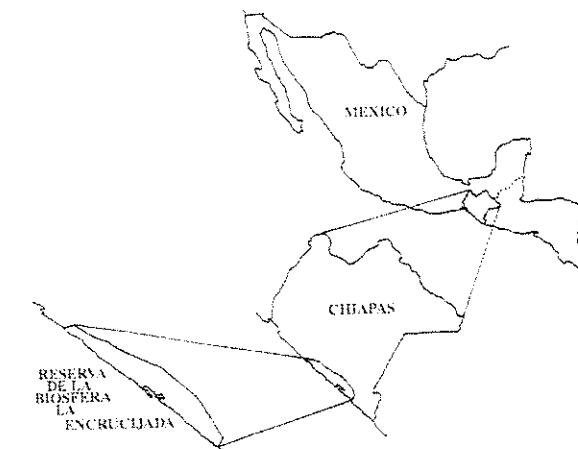


FIG. 2

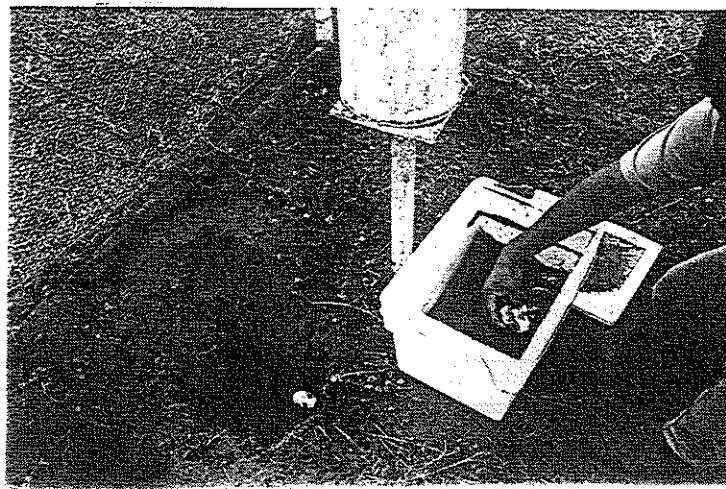
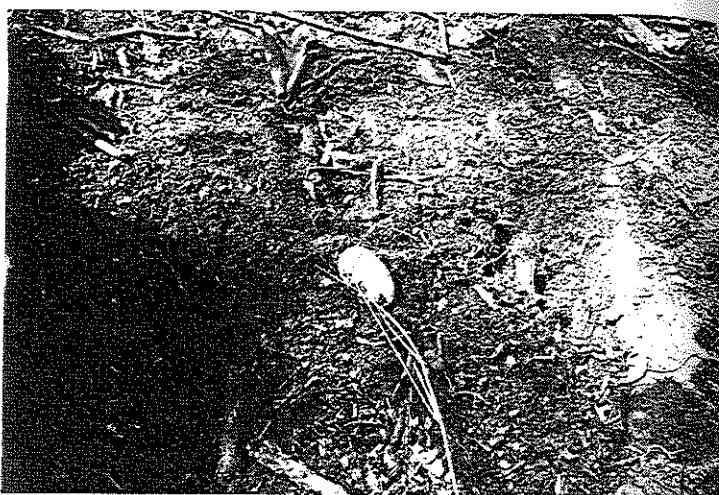


FIG. 3
FIG. 5

FIG. 4
FIG. 6

FIG. 7

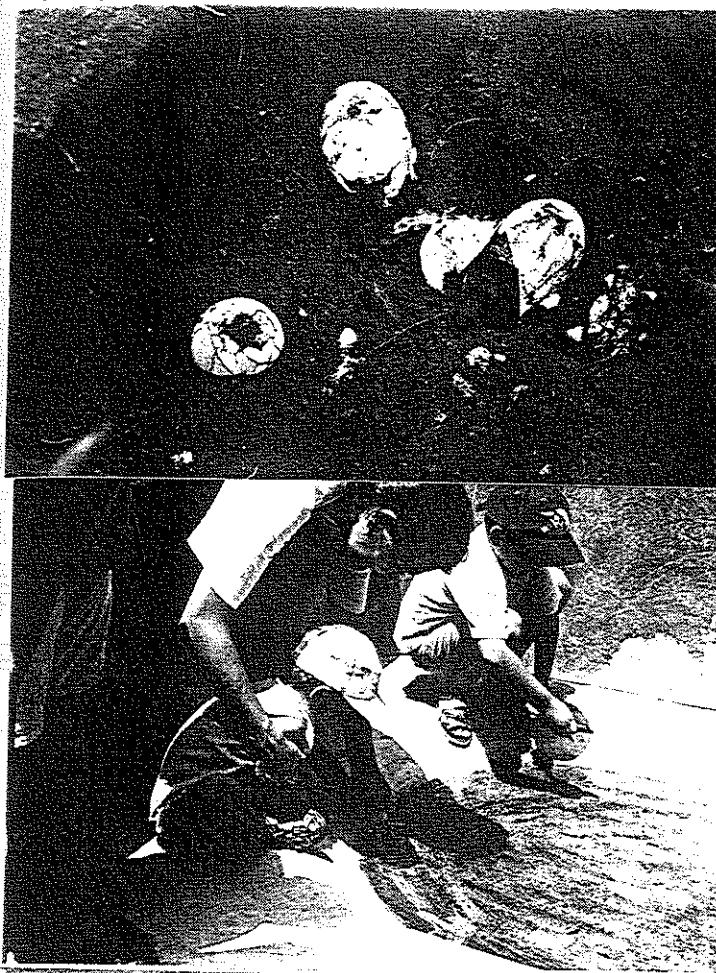


FIG. 8

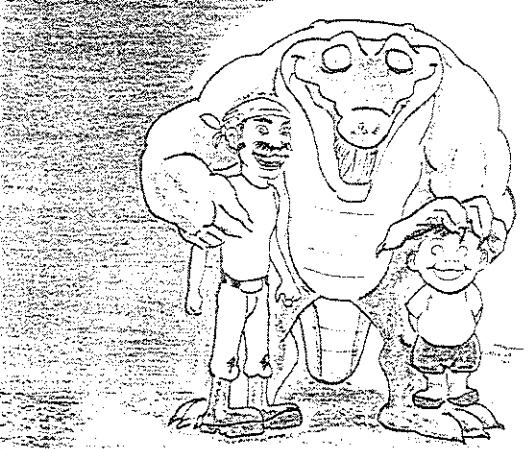
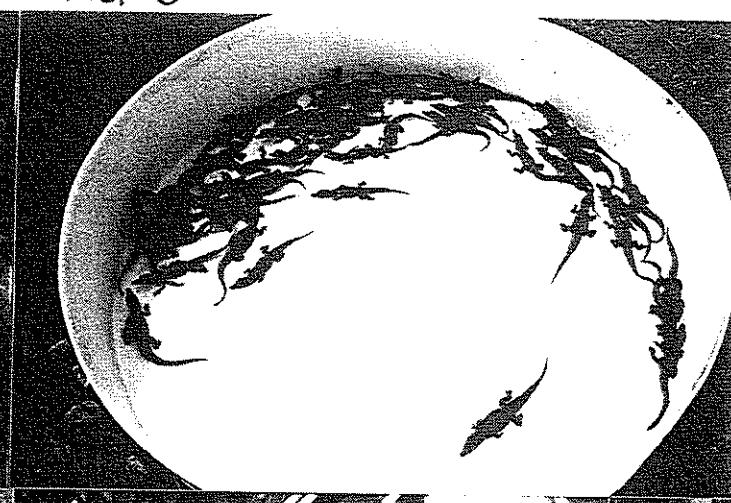


FIG. 9
FIG. 11

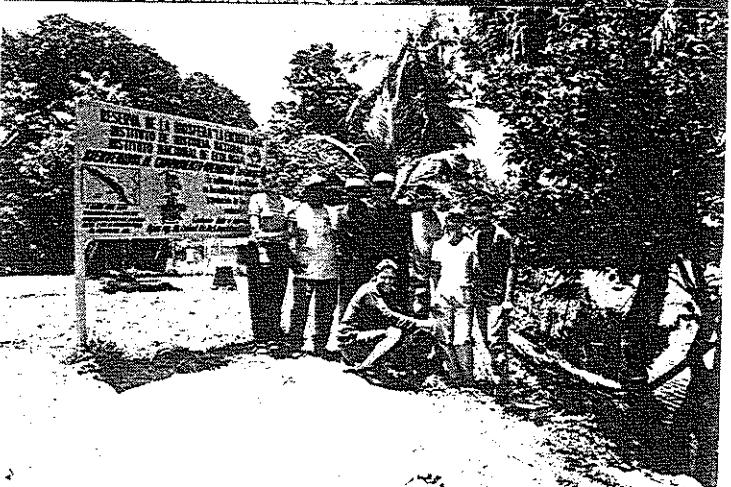


FIG. 10
FIG. 12

Métodos para estimar el tamaño de la población del Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*) en el Lago Enriquillo, República Dominicana

por

Andreas Schubert y Hermógenes Méndez

Dirección Nacional de Parques
República Dominicana

Resumen

Se está monitoreando la población del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el Lago Enriquillo desde el 1992, usando conteos diurnos y nocturnos. Estos conteos solamente reflejan la cantidad de animales visibles. Para poder estimar el tamaño real de la población fueron aplicados los métodos: el radio tracking, usando el método de Messel et.al (1981) y un método nuevo con radios de telemetría para los adultos y subadultos (mayor de 1.50 m longitud total) y el método de captura, marcado y recaptura para los juveniles (menor de 1.50 m). Para el periodo 1996/97 se estima una población total de aproximadamente 400 cocodrilos, sin incluir los neonatos. Había unos 200 adultos y subadultos en el lago, la fracción de animales visibles (sighting fraction) estaba en 58 % según el método nuevo y en 68 % según el método de Messel et.al. Para los juveniles el número calculado era de 200 individuos, con una sighting fraction de 33 %. La población del Lago Enriquillo se encuentra en recuperación después de fuertes persecuciones entre el 1984 y 1992.

Summary

The population of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) is monitored since 1992, using diurnal and nocturnal surveys. These counts only reflect the animals that are visible. In order to determine the real size of the population following methods were applied: the method of Messel et.al (1981) and a new method of radio-tracking, using telemetry radios for the adults and subadults (> 1.50 m TL), while the method of capture and recapture of marked animals was applied for juveniles (< 1.50 m). For the time period 1996-97 a total population of about 400 crocodiles is estimated. This number does not include hatchlings. There were 200 adults and subadults in the lake, the sighting fraction was 58 % (telemetry) and 68 % (method of Messel et.al.). For the juveniles the calculated number amounted to 200 individuals, with a sighting fraction of 33 %. The Lago Enriquillo is in the process of recuperation after a heavy persecution between 1984 and 1992.

Introducción

La población del lago sufrió una disminución muy fuerte a finales de los años 80 – principios de los '90, debido a una fuerte persecución, incluyendo la matanza y el saqueo de nidos (SEA/DVS 1993, Schubert & Santana 1996). La población bajó a aproximadamente un tercio de su tamaño original. Desde 1992 existe un programa de conservación en el Lago Enriquillo. Hoy en día la especie cuenta con mas de siete años de recuperación. La vigilancia permanente junto con otras medidas de protección (Schubert et.al 1996) han creado la base para estabilizar la población y lograr un ligero aumento.

Ahora, una de las preguntas más comunes en cuanto a los cocodrilos del lago es: ¿cuantos cocodrilos hay? Le podemos decir a la gente que el máximo contado fue 185 adultos y subadultos. Para la población esta cifra es un mínimo, como una parte de los cocodrilos se mantiene sumergido o escondido en la vegetación.

Hasta ahora hay tres métodos principales que han sido usados para estimar el tamaño de una población de cocodrilos: El método de Messel et.al (1981), el de Chabreck (1966) y el de captura y recaptura, usando dos cálculos diferentes, los estimados de Peterson (en Begon 1979) y de Schumacher (en Bayliss 1987). Este estudio presenta un nuevo método, usando la radio-telemetría para estimar el tamaño de la población de cocodrilos adultos y subadultos en el Lago Enriquillo.

Métodos

Lugar del estudio. Con una superficie que actualmente es de unos 200 km², una longitud de 35 km y una anchura de 12 km el Lago Enriquillo es el más grande en todo el Caribe Insular. La profundidad máxima del lago es de 24 m. El agua del lago queda en la parte más baja del Valle de Neiba. Su superficie está a mas de 40 m por debajo de la superficie del mar. Como la única salida de sus aguas es la evaporación, el lago es hipersalado. El lago está compuesto por dos grandes cuerpos de agua, separados por las islas Cabritos, Islita y Barbarita. La parte norte del lago es menos extensa pero mucho más profunda (máximo de 24 m) que la parte sur (máximo de 9 m). El Lago Enriquillo tiene muchas particularidades que lo destacan de otros lagos. Su nivel, volumen, superficie y salinidad cambian mucho durante las décadas.

Las aguas del lago son ligeramente alcalinas, el pH oscila entre 7.5 y 8.4. La temperatura del agua se mantiene alrededor de 31° C en la superficie. No hay termoclina, es decir la temperatura del fondo queda muy poco (1 - 2 ° C) por debajo de la superficie. En muchas partes de la orilla encontramos placas de calcita en declives, pareciendo como si fuera cubierto con concreto.

División de la Población. Dividimos la población de *C. acutus* en el Lago Enriquillo en adultos y subadultos (> 1.50 m TL) por un lado y juveniles (< 1.50 m TL) por otro lado. Esta división se justifica por el uso de los hábitats. Los juveniles están juntos en diferentes partes de la orilla, con abundancia de agua dulce y enea cerca. Despues de establecerse en un sitio, no migran grandes distancias. Cuando los cocodrilos alcanzan una

longitud total (TL) de 1.50 m comienzan a agregarse en las playas junto con los adultos para solearse. No se consideran neonatos en este estudio.

Conteos. Desde el 1992 se realiza un monitoreo de cocodrilos en el Lago Enriquillo. Para los conteos diurnos hay una ruta marítima en bote con motor fuera de borda (15 hp), saliendo de La Azufrada, pasando por la costa norte del lago, hasta la Bahía Barbarita, donde se devuelve para pasar por las costas norte de la Islita e Isla Cabritos hasta el muelle. De aquí se cruza a pie a la Caimanera Sur, volviendo al muelle, se sigue en bote, pasando por Los Borbollones y El Cantón para volver a La Azufrada. Las orillas en las bahías de Boca de Cachón y de la Barbarita se recorre en motocicleta.

Entre marzo 1997 y septiembre 1998 la Isla Cabritos quedó conectada con tierra firme y era posible cruzar en motocicleta, censando Los Borbollones, Caimanera Sur y Bahía de Boca de Cachón en un recorrido. En ese entonces también se recorría la Bahía Barbarita y la Islita en motocicleta.

En los lugares donde se concentran los cocodrilos usamos binoculares 10 x 50 y un telescopio 15 x 60 para contar los cocodrilos. Repetimos el conteo dos veces para mayor seguridad.

En los conteos nocturnos se usaba el bote siguiendo la misma ruta del conteo diurno y una canoa de 15 pies para la orilla de poca profundidad entre La Azufrada y Los Borbollones.

Captura de adultos. Los cocodrilos adultos y subadultos (>1.50 m) fueron capturados con trampas. Una trampa consiste de un canal excavado en forma perpendicular a la orilla del lago o de un caño, bordeado por palos en el suelo para impedir la entrada del cocodrilo desde atrás. En la boca del canal está un cable en forma de un lazo (tipo snare), conectado con un torniquete y un mecanismo de disparar. Una carnada (generalmente tripa de pollo) atrae al cocodrilo que entra la trampa y hala la carnada, lo que causa el disparo del torniquete y el cierre del lazo. El cocodrilo se queda agarrado por el cable, el cual está conectado con un palo a través de una soga.

Se armaban tres o cuatro trampas en la tarde para revisarlas temprano en el próximo día. Los cocodrilos capturados fueron procesados en la manera siguiente:

1. Se hala y suelta la soga, peleando con el cocodrilo para cansarlo. El cocodrilo es un animal poiquilotermo, no tiene muchas reservas de energía y se cansa en menos de 5 minutos. Despues se lo halan a la orilla, se le tira un trapo mojado encima de la cabeza, tapándole los ojos para calmarlo.
2. Se le pasa un lazo encima del hocico para mantener la boca cerrada e impedir mordidas. Dos personas se sientan encima del animal y halan el hocico hacia arriba, una tercera persona le pasa cinta pegante alrededor del hocico y del cráneo, tapándole los ojos, despues se amarran las patas con soga.
3. Medimos la longitud total (TL), longitud hocico - ano (SVL) y longitud de la cabeza (HL) con una cinta métrica. Abrimos la cloaca con una pinza para determinar el sexo. Para pesar el animal, lo amarramos encima de una tabla, despues lo pesamos con un peso de baño.

4. En un total de 15 cocodrilos adultos y subadultos montamos radios de telemetría. Hicimos hoyos con una aguja gruesa en la placa dorsal y en las escamas, donde se juntan las dos líneas de escamas para formar una sola. Despues cuatro hilos de nilón, pegados al radio fueron pasados por los hoyos y amarrados con un nudo. La antena fue amarrada en la cola en una manera que punteaba hacia arriba, asegurando que la señal salga también cuando el animal está en el agua.
5. Para poder identificar el cocodrilo, le pusimos una placa de plástico con un número y le cortamos las escamas de la cola en una secuencia. Despues le quitamos la soga y la cinta pegante y lo dejamos salir libre.
6. Durante los conteos mencionados arriba llevamos el receptor para determinar, entre otros, si los cocodrilos están fuera del agua

Cálculo de la población de adultos y subadultos

1. **Método de Messel et.al. (1981).** Conteos nocturnos en áreas extensas, como sistemas de ríos, estuarios, lagunas costeras y embalses. Antes de los conteos se hace un estudio de calibración en una o dos áreas para determinar la fracción de animales visibles. El método fue desarrollado para estimar las poblaciones de *Crocodylus porosus* y *C. johnstoni* en el norte de Australia. Para *C. acutus* fue aplicado en Honduras por King et.al (1991). Hicieron 40 conteos repetitivos en 2 sitios calibración (lagunas costeras). Despues calcularon la fracción de animales visibles usando la siguiente formula:

$$p = \bar{X} / (2 SD + \bar{X}) * 1.05$$

con = fracción de animales visibles, X el promedio y SD la desviación estándar. Esta formula puede ser usada cuando los conteos muestran una distribución normal, es decir un 95 % de la población cae dentro de dos desviaciones estándar. Esto ha sido el caso también en el Lago Enriquillo.

2. **Modelo de Chabreck:** En 1966 Chabreck desarrolló un método para calcular el tamaño poblacional de aligatores. En *C. acutus* este método fue aplicado por Platt & Thorbjarnarson (1997) en Belize. Aplican la formula:

$$P = N / (E * A * F)$$

Con: P = total de población, N = total de nidos, E = porcentaje de hembras anidando, A = porcentaje de animales sexualmente maduros y F = porcentaje de hembras entre animales maduros.

No pudimos usar este método, porque no conocemos el porcentaje de las hembras que anidan. Además este porcentaje cambiaria mucho entre los años. El número de nidos osciló entre 14 y 51 (1993-99).

3. **Captura, Marcado y Recaptura.** La cantidad de datos disponibles (solo 15 animales capturados) no era suficiente para poder aplicar el método de captura y recaptura en los adultos. Sin embargo, lo aplicamos en estimar el tamaño de la población de juveniles.

En septiembre 1993 comenzamos a capturar los primeros neonatos y juveniles. En los años 1994 - 97 hicimos varias campañas de captura con énfasis en los meses entre octubre y marzo. Recorrimos a pie 2 ½ km en la costa noroeste del lago (El Cantón) y de 1 ½ km en Los Borbollones. Para ubicar los juveniles usamos un farol de 55 W, con batería de 12 V, 50 Ah. Rápidamente nos acercamos para capturar el animal con la mano, agarrándolo en el cuello. Igual que los adultos medimos, pesamos y sexamos los juveniles, para después cortarles las escamas de la cola (código) para poder identificar el animal (recaptura).

Cálculo de la población de juveniles. Usamos dos métodos para estimar la población de juveniles: 1. El estimado de Peterson (Begon 1979) y el estimado poblacional según el método de Schumacher (Bayliss 1987). Diferenciamos los datos por clase de tamaño.

$$\text{Estimado de Peterson} \quad N = \frac{\sum_i M_i n_i}{(\sum_i m_i) + 1}$$

con error estándar:

$$SE(N) = (1/((\sum_i m_i) + 1) + 2 / ((\sum_i m_i) + 1)^2 + 6 / ((\sum_i m_i) + 1)^3)^{1/2}$$

$$\text{Estimado de Schumacher: } N = \frac{\sum M_i^2 n_i}{\sum M_i m_i}$$

$$\text{con error estándar: } SE(1/N) = \frac{s}{(\sum M_i^2 n_i)^{1/2}}$$

$$\text{donde } s^2 = \frac{\sum (m_i^2/n_i) - (\sum M_i m_i)^2 / (\sum M_i^2 n_i)}{j - 1}$$

- N = tamaño de la población
- M_i = el número de animales marcados en la población, inmediatamente anterior a la captura número i
- n_i = el número de animales capturado en la ocasión i
- m_i = el número de animales marcados previamente y capturados en la ocasión i
- j = el número de eventos de recaptura

Hay cuatro supuestos para este método, en común con otros índices de captura y recaptura:

1. Ningún animal nace o migra hacia el área de estudio
2. La misma taza de animales marcados y no marcados mueren o salen del área del estudio
3. La probabilidad de captura es igual para todos los animales
4. No se pierde ninguna marca

Como se estima N separado por cada clase de edad, el nacimiento no juega ningún papel. El área de estudio incluye la mayoría de los hábitats usados por los juveniles, así inmigración es poco probable. Solamente se usó datos de animales entre ½ año y 1 ½ años. Así podemos asumir que la probabilidad de captura es igual para todos estos juveniles. Los

cocodrilos fueron marcados, cortándoles sus escamas – ninguna marca podía haber sido perdida.

4. Uso de Radio-Telemetría (método nuevo). Desarrollamos un nuevo método para calcular la fracción de animales visibles (sighting fraction) = sf , basado en el uso de la radio-telemetría. Asumimos que sf equivale al porcentaje de señales recibidos (durante los recorridos mencionados arriba) del total de radios funcionando.

Calculamos la población total (N) a través de la fórmula:

$$N = N_v * 100 / sf,$$

con N_v = promedio de animales contados semanalmente durante los recorridos 1996-97.

Resultados

1. Adultos y Subadultos

Método de Radio-Telemetría. Durante las 48 semanas entre Septiembre 96 y Agosto 97 se hicieron 50 recorridos por la ruta 1 y 75 recorridos por la ruta 2. No se realizaron recorridos en 13 de las 48 semanas. Se calcula el porcentaje de señales recibidos del total de radios funcionando (por semana). El promedio es: 58.4 % (SD 15.3%), con un mínimo de 30.8 % y un máximo de 90.9 %. Asumimos una fracción de animales visibles (sf) de 58.4 % (SD 15.3%).

Fue posible sumar en 45 ocasiones los resultados de los conteos de ruta 1 y 2 (total 23 km) durante el periodo de estudio 1996-97 (Se sumó, cuando las rutas fueron recorridas el mismo día o en días consecutivos). En estos recorridos contamos entre 81 y 185 individuos mayores de 1.50 m longitud total, el promedio era 117.2 (SD 22.6) individuos.

El Lago Enriquillo tiene un total de mas de 100 km de orillas, incluyendo las islas. El total de todas las rutas de monitoreo desde el 1992 es 49 km. En el resto de las orillas no habitan cocodrilos. Las rutas 1 y 2 abarcan 23 km, queda una diferencia de 26 km con menor densidad de cocodrilos. En estos 26 km el promedio de cocodrilos era 15.2 Individuos según los conteos realizados entre 1993 y 1997 ($n = 157 - 298$).

Sumando los 15.2 Individuos de los 26 km con los 117.2 de los 23 km llegamos a un total (promedio) de $N_v = 132.4$ cocodrilos contados. Calculamos la población de adultos y subadultos usando la ecuación:

$$N = N_v * 100 / sf$$

$$N = 132.4 * 100 / 58.4 = 227 \text{ Individuos}$$

La población de cocodrilos adultos y subadultos en el Lago Enriquillo para el periodo entre 9-96 y 7-97 se estima en 227 individuos

Las Condiciones para poder aplicar este método son:

- **Debe haber poca probabilidad de cocodrilos escondidos en la vegetación.**
Los niveles de agua del lago están bajos y siguen bajando, debido a pocas precipitaciones. No hay ningún tipo de vegetación cerca de la orilla.
- **Los animales con radio no salen fuera del área de los recorridos** (los 23 km de costa).

Durante el estudio ningún animal con radio fue detectado fuera de los 23 km recorridos (comprobado en múltiples recorridos por todas las costas del lago).

Método de Messel et.al (1981). Aplicando la formula de Messel et.al (1981) llegamos a una fracción de animales visibles de

$$P \circ sf = 117.2 / (2*22.6 + 117.2) * 1.05$$

$$sf = 0.687 \circ 68.7 \%$$

Según este método la población de adultos y subadultos abarcaría entonces:

$$N = 132.4 * 100 / 68.7 = 193 \text{ Individuos}$$

Tomando en cuenta el resultado de los dos métodos podemos asumir que en el Lago Enriquillo la población de adultos y subadultos abarca entre 190 y 230 individuos.

2. Juveniles

Resultados para la estimación de la población de juveniles según clases de edad, capturados en las orillas entre Los Borbollones y la boca del Río Barrero:

	Estimado Peterson	Estimado Schumacher
Nacidos 1993	131 (SD 35.1)	121
Nacidos 1994	86 SD (27.6)	95
Nacidos 1995	no análisis	59
Nacidos 1996	31 (SD 6.6)	30

En la misma zona realizamos 26 recorridos nocturnos entre Noviembre 1994 y Mayo 1995, en seis transectos, cubriendo un total de 18 km de costa. El promedio de juveniles contados en esta zona era 72.2 individuos. Pertenecían a las clases de edad 1993 y

94. La población de Juveniles en la temporada entre Noviembre 1994 y Mayo 1995 es según

1. Estimado Peterson: $131 + 86 = 217$ Individuos y según
2. Estimado Schumacher: $121 + 95 = 216$ Individuos.

La fracción de animales visibles se calcula: $72 / 216 * 100 = 33.3 \%$. En los conteos nocturnos de Febrero 1995 contamos 67 juveniles, en Mayo 1995 fueron 57 y en Febrero 1997 fueron 56 juveniles. Asumiendo una fracción de animales visibles de 33.3 % llegamos a un estimado de aproximadamente 200 juveniles para 1996-97. Este estimado es conservador, debido a que no pudimos penetrar a las zonas pantanosas del occidente y oriente del lago, que también son importantes lugares de crianza de cocodrilos.

3. Población Total Lago Enriquillo

Sumando los 190 a 230 cocodrilos adultos y subadultos mas los 200 Juveniles, llegamos a un total de unos 400 individuos para los años 1996-97, siendo eso una estimación conservadora, por las razones explicadas arriba.

Discusión

La población del lago en los años 70/80. Para finales de los años 70, principios de los '80 las estimaciones de la población adulta en el Lago Enriquillo quedaron entre 385 y 525 individuos (Incháustegui, comunicación personal).

En los años 70 había tres veces más nidos que en los años 90. Tomando en cuenta los cálculos de la población actual en este estudio, podemos asumir que a finales de los años 70 habían por lo menos 600 adultos y subadultos y que había una población total de mas de 1000 individuos, sin contar los neonatos de cada año.

Tamaño de otras poblaciones de *Crocodylus acutus*. En Haití, Etang Saumatre fue estudiado en 1983/84 por Thorbjarnarson (1988). En dos conteos nocturnos el contó 433 y 413 individuos, siendo $\frac{3}{4}$ de ellos juveniles de menos de 0.90 m longitud total.

En el estudio en Honduras (mencionado arriba) King et.al (1991) calcularon una población total de 670 Individuos para el país entero. La mayor concentración la encontraron en el embalse El Cajón con 430 individuos, calculado sobre la base del método de Messel et.al (1981).

En 1996 Platt y Thorbjarnarson realizaron un estudio de la población de *C. acutus* en Belize. Llegan a estimar una población total de 900 Individuos, con la mayor densidad en el atol de Turneffe Atoll, donde estiman unos 250 Individuos. La estimación de la población está basada en el modelo de Chabreck.