



Monitoreo Poblacional de Cocodrilianos (*Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus fuscus*) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada

INTRODUCCIÓN

El manejo de los recursos naturales implica la necesidad del conocimiento de la riqueza biológica y por consecuencia, el conocimiento de las condiciones en que se encuentran las poblaciones naturales que integran los ecosistemas.

Actualmente el manejo y conservación de la biodiversidad enfrentan factores que inciden de manera negativa sobre su viabilidad. La disminución drástica de las especies debido a la práctica exhaustiva de actividades productivas, urbanización, contaminación, comercio ilegal de flora y fauna, pérdida de conocimiento sobre la naturaleza y políticas agravan en conjunto los problemas ambientales y el uso de los recursos.

Por lo anterior, es necesario que los manejadores de las áreas naturales protegidas (ANP) conozcan la diversidad y el estado que guardan las poblaciones silvestres para poder tomar decisiones acerca de su uso potencial y de su protección. Una de las acciones más importantes para lograr esto, es realizar muestreos de especies que permitan estimar sus poblaciones. Las especies focales son de gran utilidad para planear y manejar ANP debido a que sus necesidades de sobrevivencia representan importantes factores para mantener óptimas condiciones ecológicas y ecosistemas sanos.

De acuerdo a estos esquemas, en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada (REBIEN) se han identificado, entre otras especies, a las dos cocodrilianos que habitan en ella, el cocodrilo real (*Crocodylus acutus*) y el caimán (*Caiman crocodilus fuscus*) (Figuras 1 y 2). Ambas especies se encuentran Sujetas a Protección Especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001, por lo que para su conservación resulta imperante generar información sobre su estatus poblacional.

Estas especies son clave para el mantenimiento de los procesos ecológicos costeros a largo plazo. Debido al

grado de amenaza a sus poblaciones y su hábitat y por su importancia ecológica requieren de atención inmediata. Ambos reptiles, junto con el jaguar (*Panthera onca*) representan los niveles más altos dentro de las cadenas tróficas de estos humedales costeros y son indicadores de la salud de los ecosistemas de transición tierra-agua (humedales). Muchas especies ya acusan una merma significativa en sus poblaciones, tal es el caso de *C. acutus* y *C. crocodilus fuscus*.



Foto: RB La Encrucijada

Figura 1. Ejemplar de cocodrilo real (*Crocodylus acutus*) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.



Foto: RB La Encrucijada

Figura 2. Ejemplar de caimán (*Caiman crocodilus fuscus*) asoleándose en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada.

Los cocodrilos poseen una serie de adaptaciones ambientales que les han permitido sobrevivir por millones de años como grupo, el hábitat en que se encuentran, sus características estructurales para la alimentación, su manera de capturar a las presas, el complejo comportamiento social que exhiben, su



reproducción entre otras características ha variado muy poco (Ross y Garnett 1992). Como sucede con la mayoría de las especies de cocodrilos la destrucción del hábitat, la explotación de sus pieles, la cacería indiscriminada y artes de pesca no permitidos han mermado sus poblaciones en sus áreas de distribución, actualmente sobreviven en poblaciones aisladas donde la destrucción de su hábitat y su explotación no han sido tan severas (Álvarez del Toro y Sigler 2001).

Estos reptiles cumplen un papel importante en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos regulando a otras poblaciones de vertebrados y contribuyendo al ciclo de transformación de nutrientes del ecosistema, pero también debido a sus características de uso de hábitat (Medem 1983, Ross 1995, Casas-Andreu y Barrios 2003). Además de los beneficios económicos que proveen a las comunidades rurales que habitan en sus zonas de distribución. Abadía (2002) determinó que el valor ecoturístico de *C. acutus* supera en gran proporción su valor comercial por medio de la piel, por lo que la pérdida de los cocodrilos reduce el valor de los humedales (Ross 1995).

En 1994 se inicia junto con el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) un diagnóstico sobre las poblaciones de cocodrilos en la REBIEN, en coordinación con el entonces Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAP) y a través del Programa de Investigación y Monitoreo se desarrollan actividades de monitoreo, vigilancia y conservación. Se inicia un proceso de planeación enfocada a la conservación de las especies y su hábitat, logrando establecer la línea base para el monitoreo de los cocodrilos. En 2001, el Instituto de Historia Natural de Chiapas (IHN) y la REBIEN trabajan de manera coordinada en el monitoreo de las poblaciones de cocodrilos, esto hasta 2003. Durante este periodo se logró identificar sitios críticos de interés para su conservación como las áreas de anidación.

En 2006 la REBIEN a través de Departamento de Estudios y Monitoreo (DEM), retoma las actividades de monitoreo poblacional de *C. acutus* y de sus áreas de anidación utilizando conteos nocturnos y recorridos diurnos respectivamente.

Características ambientales de la zona: La REBIEN se localiza en la costa de Chiapas, en la región fisiográfica de la Planicie Costera del Pacífico, entre los 14° 43' y 15° 40' latitud N y 92° 26' y 93° 20' longitud O. Abarca los municipios de Pijijiapan, Mapastepec, Acapetahua, Villa Comaltitlán, Huixtla y Mazatán (Figura 3). Su superficie es de 144, 868-15-87.5 ha, de las cuales 36, 216-42-50 corresponden a las zonas núcleo La Encrucijada y Palmarcito, el resto corresponde a zonas de amortiguamiento. El clima es del tipo Am (w) cálidohúmedo, con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual es de 28 ° C. El área de monitoreo se encuentra dentro del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, conformada por cinco lagunas principales (Chantuto, Campón, Teculapa, Cerritos y Panzacola), una boca de comunicación con el mar conocida como San Juan y un largo cordón estuárico paralelo a la barrera arenosa llamado El Huayate y una extensión de 18, 000 ha.



Figura 3. Localización de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada en la costa sur de Chiapas.

Características biológicas de la zona: La vegetación es característica de humedales costeros, siendo de importancia los bosques de mangle que albergan cinco especies: *Rizophora mangle*, *R. harrisonii*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y el único bosque de zapotonales (*Pachira aquatica*) de Mesoamérica, además de tulares, popales, matorral costero, palmares, selva mediana y baja, vegetación flotante y subacuática. Se encuentra integrando dos sistemas

lagunares: “Carretas-Pereyra” y “Chantuto-Panzacola”, áreas de interés biológico y socioeconómico, por su riqueza y biodiversidad y elevada producción de recursos pesqueros.

MONITOREO

El objetivo principal del programa de monitoreo fue evaluar la situación actual y mantener al día las acciones de conservación y monitoreo acordes a los cambios espaciales y temporales de las poblaciones de *C. acutus* y *C. c. fuscus* en el ANP. Además de estimar la abundancia y patrones de distribución de ambas poblaciones en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola y evaluar la actividad reproductiva, distribución y amenazas de los sitios de anidación de *C. acutus*.

Metodología: Durante la temporada 2009 se monitorearon las poblaciones de ambas especies mediante censos nocturnos y con el método de captura-marcaje-recaptura (Figura 4), el cual resulta de gran utilidad para obtener datos sobre parámetros poblacionales, clases de edades, proporción de sexos, distribución, patrones de movimientos individuales, tasas de crecimiento o supervivencia, además de que se evitan repeticiones en los conteos.

El monitoreo se realizó dentro de la zona núcleo La Encrucijada, se establecieron cinco transectos dentro del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, con diferente longitud y a lo largo de los esteros el Hueyate, laguna Teculapa-Cerritos-Panzacola y la desembocadura de los ríos Huixtla y Mazateco (Cuadro 1).

Los recorridos se realizaron a bordo de una embarcación con motor fuera de borda y la velocidad de desplazamiento fue de 10 km por hora. La toma de datos la realizó un observador (afocador), el motorista y una persona de apoyo en caso de capturas.

Los censos consistieron en dirigir un haz de luz en busca del brillo de los ojos de los cocodrilianos, ya que su sistema visual presenta un *tapetum lucidum* capaz de actuar como superficie de reflexión de luz hasta en una distancia de 200 m (Figura 5). En cada avistamiento se hizo un acercamiento para identificar la especie y estimar su talla acorde a las características observadas; forma del hocico, ojos y coloración en

caso de captura. Para la determinación de las tallas y el estado de desarrollo de los ejemplares se utiliza las clases y claves descritas en el Cuadro 2.



Figura 4. Marcaje de los ejemplares con grapas metálicas de acuerdo a su talla.

Cuadro 1. Transectos en el sistema lagunar Chantuto - Panzacola.

Transecto	Nombre	Distancia aprox.	Vegetación
T1	Coquitos - Concepción	14km	Manglar
T2	Concepción - Encuentro	14km	Manglar/ Zapotón
T3	Encuentro - Huixtla	7.5km	Zapotón/ Tular - popal
T4	Encuentro - Mazateco	7.5km	Zapotón/ Tular - popal
T5	Teculapa - Panzacola	14.5km	Manglar



Figura 5. Búsqueda y detección de los ejemplares a través del reflejo de luz de sus ojos.

Una vez identificados y estimada su talla, se procedió a su captura mediante técnicas de contención, el procedimiento vario de acuerdo al tamaño del animal. Ya inmovilizados se procedió a la toma de datos



biométricos (Figura 6). Los parámetros considerados fueron longitud total (LT), longitud hocico-cloaca (LHC), ancho del cráneo (ACR) ancho del cráneo maxilar (ACRMx), longitud del cráneo (LCR) de la placa craneal a la punta del hocico y se contó el numero de escamas cervicales en dirección de la cabeza hacia la cola del ejemplar. La determinación del sexo se realizó mediante palpación. Una vez tomados los datos, los organismos fueron liberados en la misma zona donde se capturaron.

Cuadro 2. Clases por talla y desarrollo para la identificación de ejemplares por especie.

Clase	<i>Crocodylus acutus</i>	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Desarrollo
NN	1 – 60 cm	1 – 40 cm	Neonatos
1	61 – 120 cm	41 – 80 cm	Cría
2	121 – 180 cm	81 – 120 cm	Juvenil
3	181 – 240 cm	121 – 160 cm	Subadulto
4	241 – 300 cm	161 – 200 cm	Adulto
5	301 – 360 cm		
6	361 – 420 cm		
ID	ID	ID	ID

Nota: la abreviación ID, aplica para ejemplares indeterminados, ya sea para especie o clase.



Figura 6. Toma de medidas morfológicas de los ejemplares capturados.

Abundancia y tendencia poblacional

Se realizaron salidas en febrero, junio, julio, agosto y septiembre de 2009, cada una duró cuatro días y tres noches. Los conteos y las capturas se hicieron en tres transectos, T1 Coquito-Campamento, T2 Campamento-Encuentro y T5 Teculapa-Panzacola, todos dentro del sistema lagunar Chantuto-Panzacola. Los transectos T3 y T4 del los ríos Huixtla y Mazateco no pudieron recorrerse por la dificultad de acceso debido a la vegetación acuática. Para los transectos T1, T2 y T5 se calculó el Índice de Abundancia Relativa (IAR) de cada especie basados en la siguiente formula:

$$\text{IAR} = \text{No. R} / \text{LT}$$

Donde:

IAR= índice de abundancia relativa.

No. R.= numero de registros de cada especie.

LT= longitud de cada transecto.

Como criterio estandarizado, la tendencia de la población de *C acutus* en la REBIEN, resulta de la selección de los índices de abundancia relativa mayores que se han registrado en monitoreos previos.

Estimación de la Población a través del cálculo de la fracción visible de la población.

Para la determinación de la fracción que sirvió para estimar el tamaño de la población total que fue posible observar se utilizó el método de Messel *et al* (1981). El método asume que los ejemplares observados representan la fracción visible de la población, ya que existe cierto número que no es posible observar. De acuerdo con King *et al* (1990) y Cerrato (1991), la fracción no visible de las poblaciones de cocodrilianos esta constituida por dos componentes principales:

- Animales ubicados en el transecto que no fueron observados por estar sumergidos o escondidos e,
- Individuos que se encuentran fuera del área muestreada.

El cálculo de la fracción utiliza la siguiente ecuación:

$$p = \frac{m}{(2s + m)1.05}$$

Donde:

p = porcentaje de la población observada durante un muestreo promedio

s= desviación estándar

m= valor promedio de cocodrilos observados

Una vez calculada la fracción visible, se estimó el tamaño de la población (N) con un límite de confianza del 95%, de acuerdo con la siguiente ecuación (Messel *et al* 1981):

$$N = \frac{m}{p} \pm \frac{[1.96(s)]^2}{p}$$

Basado en la formula anterior, el resultado del tamaño poblacional se indica en un rango de variación entre un limite máximo y un mínimo. El procedimiento completo se aplicó para obtener el tamaño de la población por cada transecto y compararlos entre si.



Estimación de la Población a través del método del valor máximo del número de individuos observados.

Con el fin de comparar metodologías y observar las variaciones de las estimaciones poblacionales de acuerdo a cada una, se realizó el cálculo de la población empleando el valor máximo del número de individuos registrado. El método fue propuesto por King y Messel (en Cerrato, 1991) y consiste en dividir el valor promedio de individuos observados, entre el número máximo de individuos observado durante todo el estudio. Por cada recorrido en transecto (población) se obtuvo el número absoluto de cocodrilos avistados, posteriormente se obtuvo la media aritmética de las observaciones para cada caso:

$$\bar{X} = \frac{R}{Mo}$$

Donde:

X = promedio de observaciones

R= total de registros

Mo.= número de muestreos.

Para obtener el valor de la proporción o fracción visible observada (p), se dividió el promedio X entre el valor máximo de los registros (Vo) obtenidos durante los muestreos y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje.

$$p = \frac{X}{Vo} (100)$$

El resultado indica que el valor máximo observado, Vo , representa el porcentaje p % de la población total (N); misma que se estimó con una regla de tres, es decir:

$$N = \frac{(Vo)100}{p\%}$$

El cálculo de la densidad se estimó con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{N}{Km}$$

Donde:

N= población estimada

Km= recorrido

Anidación de C. acutus

Uno de los métodos más utilizados para conocer la sobrevivencia de cocodrilos es el conteo de nidos a lo largo de áreas de animación previamente identificadas.

Durante la época de reproducción las hembras migran en busca de playones o sitios aptos para el anidamiento, principalmente sitios secos alejados de las mareas. El monitoreo de nidos se realizó de día y se llevó a cabo en febrero y marzo. El objetivo fue ubicar sitios de anidación activos y potenciales para evaluar su estado y riesgo ante posibles impactos antropogénicos. Se tomaron datos como referencias geográficas, número de huevos, especie, características físicas de las nidadas, profundidad y diámetro de la cámara, temperatura, tipo de sustrato, porcentaje de sombra basado en la cobertura vegetal vertical sobre el nido. Cuando se consideró necesario se reubicó la nidada en un área de incubación en el campamento "La Concepción" en la zona núcleo del ANP. Después de 90 a 100 días las crías nacen y son liberadas cerca del nido.

Resultados: Se registraron un total de 609 cocodrilos. De estos 510 (84 %) son de la especie *C. acutus*, 64 (10 %) de *C. c. fuscus* y 35 (6 %) individuos no pudieron ser identificados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de registros por transecto y por muestreo.

Especie	Registros por transecto			Total Reg.
	T1 (Coquitos- Concepción)	T2 (Concepción- Encuentro)	T5 (Teculapa- Panzacola)	
ID	3	9	23	35
<i>Crocodylus acutus</i>	234	122	154	510
<i>Caïman crocodillus</i>	2	48	14	64
Total	239	179	191	609
Promedio anual basado en el No. de monitoreos (5) por transecto				
$\bar{X}$	47.8	35.8	47.7*	Total anual=131.35

A pesar de la diferencia en el número de registros obtenidos respecto al año pasado (484 en 2008), el promedio anual se mantuvo relativamente constante. Las diferencias se marcan en cuanto al registro por especie, sin embargo también se mantiene el patrón de distribución de los registros, en los que *C. acutus* es la especie dominante. En la Figura 7 se observan los registros de *C. acutus* por mes. Cabe señalar que las mayores abundancias estuvieron dadas en el periodo de junio a agosto, el cual corresponde a la temporada de eclosión de los neonatos. En contraste con el año anterior, en junio, julio y agosto de 2009 se presentaron



tasas bajas de registro, registrando el pico más alto de abundancia en febrero. Lo anterior debido principalmente a dos factores; en junio debido a cuestiones logísticas tuvieron que ser aplazadas las salidas, esto aunado a que el motor fuera de borda con que cuenta la reserva presento fallas, suspendiendo la mitad del T2 y cancelando el recorrido completo del T5. En julio, debido a condiciones ambientales adversas no fue posible completar los monitoreos y aún con marea baja, la influencia de la creciente por el arrastre de corrientes hacia las zonas de descarga, canales y lagunas costeras, impidió el avistamiento de ejemplares.

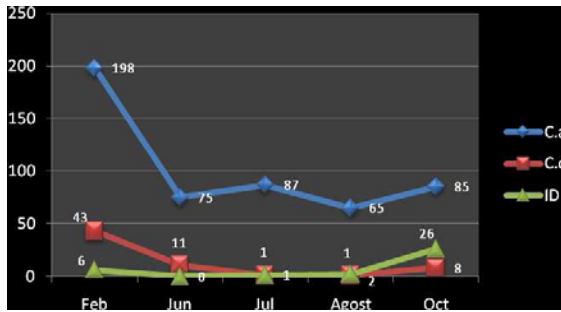


Figura 7. Registros por mes y por especie durante 2009. C. a.=*C. acutus*, C. c.=*C. crocodilus*, ID= indeterminado.

Aún cuando los registros de junio y julio fueron bajos comparados con 2008, la clase de edad más abundante fueron los neonatos. En esta época se lleva a cabo el reclutamiento por natalidad lo que explica su abundancia (Figura 8).

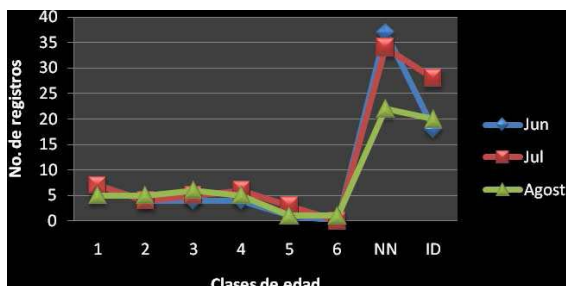


Figura 8. Abundancia de clases de edad de *C. acutus* de junio a agosto de 2009.

La distribución de los registros por transectos se mantuvo acorde al patrón reportado en 2008. *C. acutus* es la especie dominante para cada caso, siendo el T1 donde se encuentra mejor representada. Se conoce la tolerancia de ambas especies a la salinidad, *C. acutus* suele encontrarse sorteando las olas del mar o

posado en las playas y aunque *C. c. fuscus* también presenta cierto grado de tolerancia a la salinidad, prefiere cuerpos de agua dulce, debido a esto, la especie se encuentra mejor representada en el T2, donde existe una aportación de aguas continentales debido a la afluencia de los ríos Huixtla y Mazateco (Figura 9).

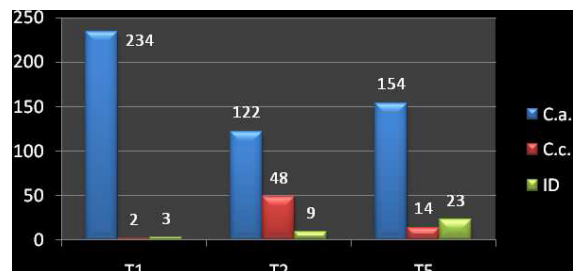


Figura 9. Abundancia de cocodrilianos por transecto durante 2009.

Estructura de edad

Del total de los registros de *C. acutus*, solo fue posible determinar la clase de edad de 346 ejemplares, es decir un 73.2 % del total, el resto se incluyó en la categoría ID (indeterminados). Estos individuos presentaron una actitud esquiva ante los acercamientos para identificarlos. Este comportamiento puede obedecer a las actividades de los pescadores, esto es más evidente en el T5, el cual presenta una mayor actividad pesquera y la mayor abundancia de ejemplares esquivos.

El análisis de la estructura general de edad (registros absolutos en los tres transectos), muestra una estructura de la pirámide poblacional de tipo progresiva, es decir de base ancha y estrecha hacia la cúspide conforme las tallas de edad van aumentando.

Al igual que en 2008, en la estructura de edad, la Clase I es la mejor representada con 80 registros (Figura 10), seguida en orden decreciente conforme las tallas de los ejemplares aumentan. Esta composición de edades corresponde a poblaciones que pueden estar bajo cierta presión de aprovechamiento. Por otra parte, dado el número de registros de la clase neonato, si se considera como la base de la pirámide, se podría asumir que de un ciclo reproductivo a otro existe una tasa de mortalidad de 50% entre estas clases,



probablemente debido a su depredación por otras especies o incluso por canibalismo.

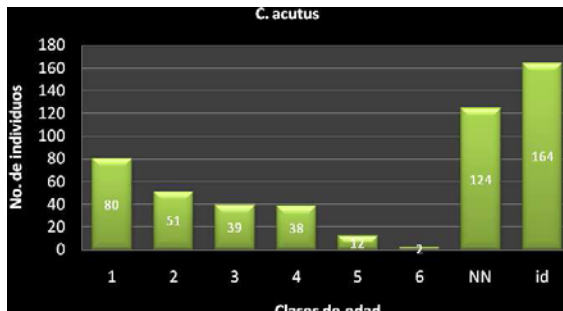


Figura 10. Estructura por clase de edad de *C. acutus* en el sistema lagunar Chantuto - Panzacola.

En contraste con 2008, hubo un incremento en el número de ejemplares de la población adulta, específicamente en las clases 4 y 5, de 14 y 1 ejemplares en 2008 a 38 y 12 en 2009 respectivamente.

El análisis de la estructura de edad por transecto resulta del interés de corroborar si el patrón sobre la composición general se distribuye homogéneamente para cada uno de los sitios monitoreados, en la Figura 11 se observa que el T1 cumple con esta condición progresiva de tallas menores. En contraste con el T5, el T1 presenta un menor perturbación en cuanto a tránsito náutico y a diferencia del T2, presenta mayor disponibilidad de suelos elevados que funcionan como las zonas de animación más importantes del área, lo que redundaría en condiciones favorables para mantener una población viable.

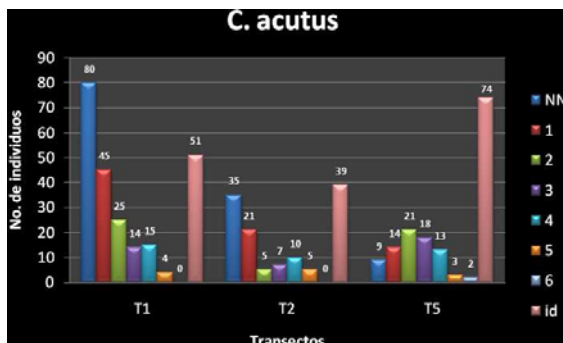


Figura 11. Estructura de las clases de edad de las poblaciones de *C. acutus* por transecto.

El T5 se ha caracterizado por la abundancia de ejemplares de tallas grandes, en contraste con el T1 y T2. Otra característica es que no se ha ubicado ningún

sitio de animación en el transecto, al menos en los márgenes del canal. Probablemente debido a esto, el número de ejemplares de clases inferiores (NN, I, II) no es tan abundante como en los otros transectos.

Abundancia Relativa y tendencia poblacional

La abundancia es un atributo de las poblaciones, variable en el tiempo y espacio y de gran importancia en el manejo de fauna silvestre. Estimar la abundancia de una población permite evaluar y comparar su estado a través del tiempo en un área determinada (García et al 2007). La distribución proporcional de cada especie denota su valor e importancia en la comunidad a que pertenece, es decir, medir la abundancia relativa de las especies permite identificar aquellas que por su escasa representatividad son potencialmente más sensibles a perturbaciones ambientales. Aunado a lo anterior y a pesar de los esfuerzos por mantener la sistematización en los muestreos, existieron factores como las condiciones climáticas adversas y el desarrollo de vegetación acuática, que impidieron algunos de los transectos establecidos, evitando que el esfuerzo de muestreo fuera el mismo para cada caso. En el Cuadro 4 se observan las abundancias relativas por especie, para cada muestreo y por transecto.

Cuadro 4. Abundancias relativas por transecto y especie.

Transecto	Mes	Long.	C. acutus		C. crocodilus	
			Reg.	ind/km	Reg.	ind/km
T1	Feb	14	82	5.86	1	0.07
	Jun	14	59	4.21	0	0
	Jul	14	30	2.14	0	0
	Agost	14	31	2.21	0	0
	Oct	14	32	2.28	1	0.07
T2	Feb	14	42	3	30	2.14
	Jun	14	16	1.14	11	0.79
	Jul	14	29	2.07	1	0.07
	Agost	7	16	2.28	0	0
	Oct	7	19	2.71	6	0.86
T5	Feb	14.5	74	5.10	12	0.83
	Jun	0	0	0	0	0
	Jul	14.5	28	1.93	0	0
	Agost	14.5	18	1.24	1	0.07
	Oct	14.5	34	2.34	1	0.07

Las mayores abundancias de *C. acutus* se presentaron en mayo, junio, julio y agosto, es decir, durante la temporada de eclosión por el reclutamiento de los neonatos. Sin embargo, la mayor abundancia para esta especie (5.86 ind/km) se presentó en el T1 durante febrero, cabe mencionar que a pesar de la influencia de factores extrínsecos e intrínsecos, en general los



valores de abundancia relativa, para todos los casos fueron mayores a los de 2008.

En cuanto al Índice de Abundancia Relativa (IAR) de *C. fuscus* cabe señalar que su distribución en la REBIEN no se encuentra estrechamente relacionada a los sistemas lagunares mas grandes (esteros, lagunas costeras, es decir, los transectos de monitoreo), esto debido a la salinidad en estos y/o por su preferencia por cuerpos de agua dulce. De esta forma, incluso su índice de abundancia más alto (T2 con 2.14 ind/km), es una subestimación de su poblaciones dentro del ANP, ya que de acuerdo a Flores (2005) en el área del Castaño, se registraron 1, 066 individuos en 110 km recorridos, es decir un IAR de 9.69 ind/km. De acuerdo a observaciones en campo por personal de la REBIEN, en cuerpos de agua de 80 m de diámetro se han contabilizado hasta 100 individuos, lo que denota otro tipo de hábitos respecto a *C. acutus*.

Los IAR de *C. acutus* a lo largo de los años de monitoreo denotan una fluctuación (Figura 12), probablemente debida a la autorregulación de las poblaciones en función de la capacidad de carga de su hábitat, ya sea por mortalidad y/o migración.

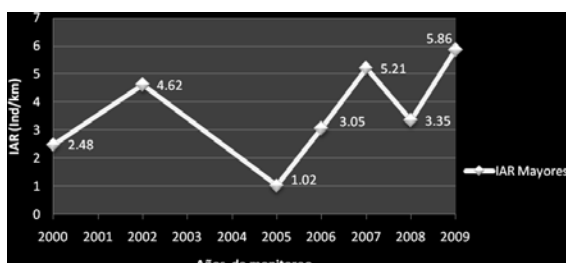


Figura 12. Tendencia poblacional de *C. acutus* de acuerdo a los IAR más altos a lo largo de los años de monitoreo en la REBIEN.

La distribución de *C. acutus* se ve favorecida por la presencia de salinidad en los cuerpos de agua, lo que se refleja en su abundancia dentro del T1. En este transecto se ubica la bocabarra San Juan, aquí se han registrado los mayores índices de abundancia para todos los años.

Estimación de la Población a través del cálculo de la fracción visible de la población

En el cuadro 5 se muestra el resumen de la estimación poblacional de los tres transectos de acuerdo a Messel *et al* (1981), el valor mas alto de la fracción visible de la

población (P) para *C. acutus* fue de 48% en el T2, sin embargo es en este mismo transecto en donde se registró el tamaño poblacional más bajo (N), oscilando entre 60.9 y 39.9 individuos. Los valores mas altos se registraron en el T1.

Cuadro 5. Estimación poblacional de *C. acutus* en los transectos.

Transecto	P	%	N	Rv	L+	L-
T1	0.47	47%	99.57	14.32	113.89	85.25
T2	0.48	48%	50.83	10.07	60.92	39.93
T5	0.41	41%	92.1	16.57	108.67	75.53

* P: porcentaje de la población observada en un muestreo promedio, N: tamaño de la población, Rv: rango de variación, L+: limite mayor, L-: limite menor.

Estimación de la Población a través del valor máximo de individuos observados

El Cuadro 6 presenta el resumen de la estimación poblacional de *C. acutus* de acuerdo al método del valor máximo, según el cual, las poblaciones del T1 y T2, son muy similares entre si, es decir, no presentan una diferencia significativa en cuanto al numero de individuos en cada uno de estos, en contraste con el T2 en el que debido a las condiciones de salinidad prevalecientes, el número de individuos de *C. acutus* es más bajo.

Cuadro 6. Estimación poblacional de *C. acutus* de acuerdo al método del valor máximo

Transecto	Vo	%	N
T1	82	57.07	143.68
T2	42	58	72.41
T5	74	52	142.3

En estudios de campo se ha observado que no existen diferencias significativas entre los valores obtenidos con ambos métodos, por lo tanto la selección de alguno de los métodos deberá encontrarse en función de otros elementos, ya sea de plantación u operativos desde la perspectiva de los objetivos planteados.

Actividad nidatoria de C. acutus

Las áreas de anidación de esta especie en la REBIEN están constituidas por playones y suelos elevados con sustratos limo-arenosos que permiten la construcción de los nidos en los meses de marzo y abril. Durante 2009 se contabilizó el mayor número de nidos registrados a lo largo de los años de monitoreo (Figura 13). Lo anterior probablemente debido a que el conteo



de nidadas se realizo fuera de tiempo por cuestiones operativas, lo que a su vez permitió ubicar y cuantificar con más certeza los nidos eclosionados al encontrar los restos de cascarones expuestos sobre la superficie, contrario a rastrearlos subterráneamente, en los que muchas veces se pierde información por no estar al alcance visual.

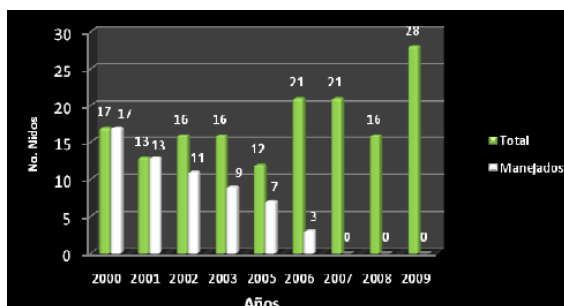


Figura 13. Registro de nidos monitoreados de 2000 a 2009 en la REBIEN.

Dentro de las diferentes áreas de anidación identificadas (Cuadro 7), la mayor cantidad de nidos se registró en localidad conocida como El Amatillo y las menores en la Isla Koakespala y La Coquerita. El primer sitio se caracteriza por poseer vegetación en estado de transición, entre acahual y selva baja, con una extensión aproximada de 450 m, en general presenta condiciones adecuadas, sin embargo persiste la presencia de cortadores de palma. La actividad nidatoria en este sitio resultó en una densidad de 0.03 nidos/m, en contraste con la zona de la Concepción, la cual presenta una densidad mayor, aunque con un numero de nidos mas bajo.

Cuadro 7. Abundancia de nidos en los sitios identificados en el T1.

Transecto	Sitio	No. Nidos.	Long. Aprox.	Densidad
T1	Coquitos	5	250m	0.02 nidos/m
	Amatillo	15	450m	0.033 nidos/m
	Koakespala	1		
	La Coquerita	1		
	La Concepción	6	80m	0.075 nidos/m

Los sitios de la Coquerita y Koakespala no fueron considerados para el cálculo de la densidad de nidos, debido a que se ha identificado la ovoposición recurrente de una sola hembra en cada uno de ellos. Además, el primero es un área que consta de menos de 10 m de longitud. Dentro de los factores que se han identificado como amenazas a la condición

reproductiva de los cocodrilianos en la REBIEN, específicamente durante la temporada de anidación y eclosión, esta el cambio de uso de suelo a través de la transformación de las zonas de animación en potreros o zonas de pastoreo de ganado.

Captura y marcaje de ejemplares

A partir de 2007 se implemento la captura y marcaje de cocodrilos, sin embargo los resultados han sido escasos a pesar de que se cuenta con personal capacitado. Lo anterior debido a que existen criterios de campo que son considerados antes de proceder con las capturas, lo que hace más selectivo el esfuerzo. Uno de los criterios es acceder únicamente a ejemplares de tallas mayores que la clase I, es decir de 1 m y hasta la clase V (3 m), sin embargo para el caso de ejemplares grandes que no pueden ser manejados dentro de la lancha se tiene que considerar la ubicación de suelos elevados que permitan manejarlos, remolcándolos hasta ellos. Los esfuerzos de captura son aplicados para *C. acutus* (Cuadro 8).

Se espera incrementar los esfuerzos de captura y marcaje, así como de recaptura para obtener datos al mediano y largo plazo que permitan crear modelos de transición a partir de las observaciones de ejemplares marcados y divididos en clases de tamaño de edad para emplear modelos de simulación y poder hacer proyecciones sobre las fluctuaciones de las poblaciones y su viabilidad.

Cuadro 8. Registro de ejemplares cocodrilianos capturados y marcados en 2009.

Transecto	Especie	Fecha/Cap DD/MM/AA	Marca	Sexo	Long. Total (mm)	Clase
T1 (Coquitos – Campamento)	<i>C. acutus</i>	23/02/09	1002	H	1320	2
		23/02/09	1004	H	1066	1
		23/02/09	1005	H	1455	2
		22/07/09	1006	H	990	1
		28/04/09	B1	H	3840	6

En T1 se dieron todas la capturas de ejemplares para su marcaje, de acuerdo a los criterios de selectividad este es el transecto en el que se encuentra la mayor proporción de ejemplares a los que corresponden las clases de edad adecuadas.

Discusión y conclusiones: La presencia de ambas especies, la abundancia y la representatividad de todas las clases de edad indican poblaciones viables que se han regulado en relación a las condiciones del



ambiente, la disponibilidad de alimento y los factores que alteran su hábitat.

La distribución de las especies se ve diferenciada por los requerimientos de cada una, en el caso de *C. acutus* en la zona de estudio se observa una presencia mayor a lo largo del año en la porción del estuario y esterillos más cercanos a las bocabarras donde la salinidad es mayor. La distribución misma de playones de animación es otro factor que influye en la distribución de esta especie, dado que la mayoría de los suelos elevados con presencia de playones con sustrato limo-arenoso se encuentran ubicados en la porción más cercana a la Bocabarra de San Juan.

De acuerdo al promedio del número de registros por transecto, el más abundante fue T1, sin embargo no difiere mucho del T2, siendo este último donde hay mayor presencia de pescadores. En otros sitios se ha documentado la influencia y el impacto que ocasiona la actividad pesquera sobre la viabilidad de las poblaciones de cocodrilianos. En la REBIEN existen antecedentes como el trabajo de Martínez *et al* (1998), sin embargo, resulta necesario actualizar dicha información dado el incremento de usuarios de los recursos acuícolas y la diversificación de las artes de pesca empleadas, esto asociado a la presión por la transformación del hábitat a la que actualmente están sometidas las poblaciones de cocodrilianos.

De acuerdo a la composición de las poblaciones por estructura de edades, es en el T1 donde se registró una pirámide de vida de distribución normal, lo que coincide con la ubicación de una de las zonas de animación más importantes (El Amatillo). Esto significa que la población de ese transecto se mantiene viable. Lo contrario ocurre en el T5, en el cual recientemente se descubrió una zona potencial de animación, sin embargo la estructura por clase de edad que presenta, alude a una población en envejecimiento debido a la tasa de natalidad reducida y al aumento de las tallas intermedias, sin considerar una mayor presión antropogénica.

Dados los procesos de sedimentación que están sufriendo los humedales costeros de la REBIEN y la

velocidad a la que esta cambiando la batimetría de las zonas de descarga, aunado a otros factores naturales y antropogénicos que coaccionan sobre la dinámica de las poblaciones de cocodrilianos, se recomienda implementar evaluaciones de hábitat y/o utilizar indicadores a corto plazo que permitan obtener información sobre el impacto y establecer medidas de mitigación y estrategias de conservación.

La experiencia generada a través de los años de monitoreo de cocodrilianos en la REBIEN es invaluable, por lo que resulta imprescindible aplicarla a través de diversos mecanismos que permitan el intercambio de experiencias y replicar la estrategia en otras ANP, además de hacer partícipes a entidades académicas y de investigación. Esto mejorará y fortalecerá la estrategia de monitoreo.

Para el monitoreo de la actividad nidatoria, se recomienda realizar los recorridos durante la temporada de ovoposición y al menos uno en el periodo de eclosión. Lo anterior con la finalidad de dar seguimiento y corroborar los datos colectados inicialmente, también se recomienda incluir la medición de parámetros básicos que puedan utilizarse para evaluar la tendencia de la especie, como lo es el número de huevos y su viabilidad.

Es necesario iniciar un proceso de educación ambiental que difunda y sensibilice a los pobladores locales sobre la importancia de los cocodrilianos en estos humedales y promover su participación a través de la conformación de una red local (productores, escuelas y comunidades locales, municipios y protección civil) para el manejo y rescate de ejemplares que representen algún riesgo.

Bibliografía:

- Abadía, G. 2002. Redituabilidad ecoturística de los cocodrilos del grande de Tárcoles. *Ambientales* 24: 34-43.
- Álvarez del Toro, M. y L. Sigler. 2001. Los *Crocodylia* de México. 1ª Edición. IMERNAR, PROFEPA. México. 134 pp.
- Casas-Andreu, G. y G. Barrios. 2003. Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *An. Inst. Biol., Univ. Nacl. Auton. Mex. Ser. Zoología* 74(1): 35-42.



- Cerrato, C.A. 1991. Composición y tamaño de poblaciones silvestres de caimanes (*Caiman crocodilus chiapasius*) y cocodrilos (*Crocodylus acutus*) de la costa Caribe de Honduras, Centro America. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

- Flores Ortiz Claudia G. 2005. Caracterización de una población de *Caiman crocodilus chiapasus* en el Castaño, reserva de la biosfera La Encrucijada, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México.

- Garcia G. Jesus, A. B. Silva, A. H. Escobedo. 2007. Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (*Crocodylia*) en México.

- King, W., M. Espinal y C. Cerrato. 1990. Distribution and status of the crocodilians of Honduras. PP 313-354. Crocodiles Specialist Group (Ed). En: Crocodile: Proceeding of the 10 th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group. UICN, Gland, Switzerland.

- Martínez-Ibarra Jorge, E. Naranjo y C. Nelson. 1998. Las Poblaciones de cocodrilos (*Crocodylus acutus*) y caimanes (*Caiman crocodilus*) en una zona pesquera de la reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México.

- Medem, F. 1983. Los *Crocodylia* de Colombia. Vol. II. Editorial Carrera. Bogotá, Colombia. 270 pp.

- Messel, H., G. C. Vorlicek, A. G. Wells y W. J. Green. 1981. Surveys of tidal river systems in Northern Territory of Australia and their crocodile populations. Monograph No. 1. Pergamon Press. Sydney.

- Roos A. C. y S. Garnett, 1992. Cocodrilos y Caimanes. Edición Española, Editorial S. A. Enrique Granados, Barcelona.

- Ross, J. P. 1995. La importancia del uso sustentable para la conservación de los cocodrilianos. Pp. 19-32. En: Larriera, A. y L. M. Verdade (eds). La Conservación y el Manejo de Caimanes y Cocodrilos de América Latina. Vol. I. Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina.



Foto: RB La Encrucijada

La forma de citar este documento es la siguiente:

Reserva de la Biosfera La Encrucijada. 2010. Monitoreo Poblacional de Cocodrilianos (*Crocodylus acutus* y *Caiman crocodilus fuscus*) en la Reserva de la Biosfera La Encrucijada. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en internet desde: http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/encru_coco_cocodrilos.pdf [Consulta: 16 de febrero de 2011]



Foto: RB La Encrucijada