



CONABIO



**I Reunión del**  
**Grupo de Especialistas en Crocodilianos**  
**de México (GEC)**

**INFORME**

Ciudad de México  
27 al 29 de enero de 2010

# Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Morelet o Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)

Taller Trinacional México-Guatemala-Belice sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)  
Ciudad de México, 27 al 29 de enero de 2010

## RESUMEN DE RESULTADOS



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Gobierno Federal  
COCABIO

**Taller trinacional**  
México • Guatemala • Belice  
sobre el programa de monitoreo del  
**Cocodrilo de Pantano**  
(*Crocodylus moreletii*)

27 al 29 de enero de 2010  
Hotel Fiesta Inn  
Periférico Sur 5530 Col. Pedregal Carrasco  
Ciudad de México

Vivo Mejor

El Taller Trinacional México-Guatemala-Belice, sobre el Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*), se celebró en la Ciudad de México del 27 al 29 de enero de 2010. Participaron 32 especialistas de Belice, Guatemala, EUA y México, entre los que se contaron investigadores de instituciones académicas, organizaciones conservacionistas, expertos en el recuento y manejo en campo de cocodrilos, autoridades de los gobiernos de los tres países, así como productores de cocodrilos en granjas y un representante del Grupo de Especialistas en Cocodrilidos de la UICN (**ANEXO 1 Lista de Participantes**).

Este tercer Taller Trinacional sirvió para consolidar varias ideas que empezaron a gestarse en reuniones análogas efectuadas en 2001 y en 2006 (Petén, Guatemala; y Ciudad de México, respectivamente), donde se trató una temática más amplia sobre la conservación de la especie. Este último Taller se enfocó en la configuración de un programa de monitoreo de poblaciones silvestres para la toma de decisiones sobre conservación integral de la especie a escala nacional y regional en los tres países que comprenden su área de distribución natural.

## CONTENIDO

<b>1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL TALLER</b> .....	<b>4</b>
<b>3. DINÁMICA DEL TALLER</b> .....	<b>4</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>5</b>
A. FUNDAMENTOS, ALCANCE Y SUPUESTOS DEL MONITOREO .....	5
B. ESPACIOS GEOGRÁFICOS EN LOS QUE SE EFECTUARÁ EL MONITOREO .....	5
<b>Estructuración general del muestreo a distintas escalas</b> .....	<b>5</b>
<b>Criterios para determinar unidades de monitoreo</b> .....	<b>6</b>
<b>Determinación de las unidades de monitoreo para el programa</b> .....	<b>6</b>
C. TIPOS DE DATOS A RECABAR Y METODOS DE TRABAJO EN CAMPO .....	7
<b>Tipos generales de hábitat en las unidades de monitoreo</b> .....	<b>7</b>
<b>Tasa de encuentro y estructura poblacional</b> .....	<b>8</b>
<b>Detección Visual Nocturna (DVN)</b> .....	<b>8</b>
<b>Marcado y Recaptura de Ejemplares (MRE)</b> .....	<b>10</b>
<b>Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN)</b> .....	<b>13</b>
<b>Otros acuerdos</b> .....	<b>14</b>
D. COMPOSICIÓN Y CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO .....	14
E. COORDINACIÓN PARA LA CONCENTRACIÓN DE DATOS .....	14
F. INSTITUCIONES CONCENTRADORAS DE INFORMACIÓN A ESCALA NACIONAL ..	15
G. COORDINACIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONCENTRACIÓN Y ANÁLISIS GLOBAL DE LA INFORMACIÓN.....	15
H. CURADURÍA DE LA INFORMACIÓN A NIVEL TRINACIONAL .....	15
<b>5. ANÁLISIS DE LOS DATOS RECABADOS</b> .....	<b>16</b>
<b>6. INDICADORES DE CAMBIO DE LAS POBLACIONES EN LAS RUTAS DE LAS UNIDADES DE MONITOREO</b> .....	<b>16</b>
<b>7. HACIA UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b> .....	<b>16</b>
RECORRIDOS PILOTO .....	18
<b>8. OTROS ASUNTOS</b> .....	<b>18</b>
PRESUPUESTO .....	18
PERMISOS OFICIALES PARA TRABAJO DE CAMPO .....	18
OTROS ASPECTOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL .....	18
<b>9. REFERENCIAS</b> .....	<b>18</b>
<b>10. ANEXOS</b> .....	<b>19</b>

## 1. ANTECEDENTES

El establecimiento de un programa de monitoreo de poblaciones silvestres de *C. moreletii* se justifica ante la necesidad de obtener datos robustos de campo que permitan tomar decisiones adecuadas para la conservación, manejo, y en su caso, el control y aprovechamiento sustentable de la especie.

El Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) se desarrolla en el marco de la Estrategia Trinacional Belice-Guatemala-México para la Conservación y el Manejo Sustentable de la especie, adoptada en abril 2006 (Ciudad de México). Es un proyecto en 2 fases. La Fase I consistirá en el diseño del programa y la documentación de apoyo (2010), mientras la Fase II implicará su publicación e implementación de actividades (2011). Como parte de la primera fase se realizó el Taller objeto de este informe, acordándose entre los especialistas, autoridades y productores que concurrieron al Taller, los elementos técnicos necesarios para establecer el programa de monitoreo.

Así, con base en los resultados del taller, se elaborará el documento del programa y el manual de procedimientos. Para iniciar la Fase II del proyecto, se publicarán dichos documentos, se establecerán y capacitarán los equipos de campo, se firmarán los convenios correspondientes y se elaborará la base de datos, para posteriormente comenzar el trabajo en campo y la recopilación de información.

## 2. OBJETIVOS DEL TALLER

El objetivo general del taller fue acordar los elementos mínimos necesarios para el monitoreo sistemático de poblaciones silvestres representativas de *C. moreletii*, en toda su área de distribución natural. De manera más específica, los objetivos particulares fueron:

1. Identificar la información mínima necesaria para establecer un sistema de monitoreo de poblaciones silvestres relevantes de *C. moreletii* y la periodicidad para obtener dicha información.
2. Acordar los métodos para obtener la información para el monitoreo de las poblaciones silvestres.
3. Identificar unidades de monitoreo que contengan poblaciones silvestres relevantes de *C. moreletii* y definir rutas dentro de éstas, de preferencia agrupándolas en regiones para facilitar su coordinación.
4. Definir las necesidades de coordinación de los equipos operadores del monitoreo.
5. Definir los elementos para sistematizar y analizar la información.
6. Definir elementos para un manual de procedimientos.

## 3. DINÁMICA DEL TALLER

Con anticipación al taller, se elaboró y circuló entre los participantes un documento base que proponía un escenario óptimo y detallado sobre el cual iniciar las discusiones. Con las opiniones recabadas se preparó una segunda versión de dicho documento, misma que sirvió como guía final para el desarrollo de las sesiones del Taller, conforme a una agenda temática (**ANEXO 2 Agenda de Trabajo**) que mantuvo la secuencia programada para los trabajos.

El Taller inició con una serie de presentaciones sobre los antecedentes de la especie y el trabajo con la misma, así como la descripción del proyecto del programa de monitoreo, con el fin de contextualizar a los participantes en la problemática de la especie y propósitos del taller.

## 4. RESULTADOS

### A. FUNDAMENTOS, ALCANCE Y SUPUESTOS DEL MONITOREO

Para efecto de sentar las bases del Programa, se acordó la siguiente definición de monitoreo:

“la repetición sistemática, en forma periódica, de métodos de muestreo determinados, de manera que sus resultados documenten estados sucesivos de cada variable elegida para la población y su hábitat, cuya secuencia refleje la tendencia de esas variables.”

Se acordó que la meta del monitoreo no es la producción de cálculos exactos sobre las poblaciones de *C. moreletii* sino, esencialmente, ponderar en el tiempo los cambios de variables e índices y sus implicaciones para la conservación.

Se consideró importante continuar trabajando sobre la prospección y determinación de prioridad de otras áreas en las que se desconoce la presencia o el estado de las poblaciones silvestres de *C. moreletii*. Sin embargo, se acordó que esta labor deberá ser a través de proyectos paralelos al programa de monitoreo, y sólo cuando fuera posible para algunos equipos de trabajo, realizar prospecciones adicionales sin comprometer la calidad de los resultados del monitoreo (contando con sus propios recursos y otras facilidades), podrán efectuarlas.

Se acordó una serie de supuestos sobre los cuales funcionará el programa de monitoreo:

1. Los datos (tasa de encuentro) reflejan de manera robusta la tendencia de la población local.
2. Las poblaciones muestreadas en diferentes unidades de muestreo son representativas de la población global, considerando que los muestreos se realizan en diversos hábitats ocupados por la especie, que presentan diferentes grados de disturbio e influencia humana.
3. El nivel de precisión del programa de monitoreo es similar al de otros países donde se manejan cocodrilos (Australia, EUA, etc.) y por ello es lo suficientemente preciso para el manejo de esta especie.
4. Entendemos que la situación en las diferentes rutas es distinta, por lo que la tendencia de la población es específica para cada una.
5. Las tendencias obtenidas a partir de los muestreos serán independientes para cada tipo de dato.

### B. ESPACIOS GEOGRÁFICOS EN LOS QUE SE EFECTUARÁ EL MONITOREO

#### Estructuración general del muestreo a distintas escalas

Para organizar mejor el muestreo y facilitar la coordinación del trabajo, se determinó adoptar una estructura geográfica jerárquica, que considera distintas escalas (**ANEXO 3, Figura 1**). De mayor a menor amplitud, los componentes de esa estructura son:

- **Regiones de Coordinación (RC):** cada una de cuatro grandes extensiones esbozadas en el mapa, a cargo de un Coordinador de Región, en el caso de México (**ANEXO 3, Figura 3**)
- **Unidades de Monitoreo (UM):** cada una de las áreas determinadas en el taller; 34 para México (dentro de la 4 RC), 13 para Guatemala y 6 para Belice (**ANEXO 3 Figuras 2, 5 y 4**).
- **Rutas (RU):** trazos, al menos uno dentro de cada UM, que describen la trayectoria aproximada a recorrer.

- **Sitios (ST):** Son segmentos de recorrido que forman una Ruta; por ejemplo, un cierto tramo de un río o arroyo, la ribera de una laguna o cenote, entre otros casos.

### **Criterios para determinar unidades de monitoreo**

Los criterios acordados para la elección de áreas relevantes para el monitoreo, en función de su importancia relativa, de acuerdo con los participantes del Taller, fueron cinco agrupados en 2 categorías:

#### **I. La información disponible y la relevancia para la conservación**

- 1) Disponibilidad de datos sobre el área
  - históricos sobre poblaciones
  - rutas conocidas (información actual)
- 2) Área con tasas de encuentro importantes (ind/km)
- 3) Experiencia previa en el área
- 4) Niveles de presión actuales y potenciales sobre la especie en el área
  - Ubicada en ambientes conservados, por ejemplo, en Áreas Naturales Protegidas
  - Ubicada donde existen conflictos (interacción humano-cocodrilo)
  - Ubicada cerca de lugares con desarrollo humano actual o potencial
  - Considerada como área con potencial para su eventual aprovechamiento

#### **II. Las facilidades logísticas:**

- 5) Facilidad del muestreo
  - Longitud y ancho para recorridos
  - Accesibilidad para efectuar el muestreo

### **Determinación de las unidades de monitoreo para el programa**

Mediante la aplicación de los criterios antes descritos, durante el Taller se determinaron las Unidades de Monitoreo (UM) de *C. moreletii* con las que iniciará el programa y dentro de las cuales se determinarán Rutas específicas (**ANEXO 3 Unidades de Monitoreo**). Para las Rutas compartidas entre países, se intentará hacer muestreos binacionales (mixtos) considerando previamente los trámites diplomáticos que sean necesarios.

#### **BELICE**

Las 6 Unidades de Monitoreo identificadas para Belice (**ANEXO 3 Figura 4**) se muestrearían con dos Equipos Operadores, de seis personas cada uno, tomando óptimamente cada Equipo tres Unidades de Monitoreo. Sin embargo, Belice considera que las Unidades más importantes son las cuencas hidrológicas del Río Belice y del río New River, por lo que en una primera etapa del monitoreo los trabajos del país se concentraría en estas dos UM. Se cuenta con equipos experimentados, que sólo requieren capacitación mínima. Las Unidades consisten de una Ruta de 100km en promedio, cada una.

#### **GUATEMALA**

Para Guatemala se determinó un total de 13 Unidades de Monitoreo que pueden ser atendidas por dos Equipos (tomando 5 a 6 Rutas por Equipo). Aunque se proponen inicialmente esas 13

Unidades (**ANEXO 3, Figura 5**), probablemente la cifra se reduzca a un máximo de 10 al momento de la implementación, una vez determinada su accesibilidad. Las Rutas serán de 15 a 20km en promedio. El código de criterios para elegir esas UM es: (\*) ruta para la cual se cuenta con datos, (x) área importante para la conservación, (Δ) facilidades logísticas para el recorrido.

## **MÉXICO**

Para México, por la enorme extensión geográfica que ocupa *C. moreletii* en el noreste, este y sureste del país, se optó por agrupar las Unidades de Monitoreo por estados. Se estimó que cada una de las 34 Unidades de Muestreo identificadas (**ANEXO 3, Figura 2**) debe incluir al menos una Ruta (entendida como sección representativa de la UM), con una distancia mínima de recorrido de 8km (sin fijar un máximo, considerando que no todos los sitios son igualmente accesibles). Dado el grado de complejidad geográfica en el caso de México, esas 34 Unidades de Monitoreo serán agrupadas en 4 Regiones de Coordinación (**ANEXO 3, Figura 3**) con propósitos administrativos.

Se estimó que el Coordinador de cada Región puede organizar el muestreo de 7 a 10 Unidades de Monitoreo con apoyo de Equipos de trabajo locales. De manera que, en condiciones normales, en un mes podrían cubrirse las 34 Unidades, lo que implicaría aproximadamente 16 días de muestreo y 15 días para movilizarse entre sitios.

Para integrar la información proveniente de las distintas UM, cada Coordinador de Región se organizará para recabar la información obtenida por los equipos que trabajen en las Unidades de Monitoreo de esa Región y reportará la información de manera consolidada y en los formatos físico y electrónico estándar que se acuerden (ver sección Coordinación para la Concentración de Datos).

Se determinó que la selección de los cuatro Coordinadores de Región puede efectuarse mediante concurso, pero esto ocurrirá durante la fase 2 del proyecto.

## **C. TIPOS DE DATOS A RECABAR Y METODOS DE TRABAJO EN CAMPO**

### **Tipos generales de hábitat en las unidades de monitoreo**

Se acordó registrar el tipo de cuerpo de agua en que se haga cada recorrido (ríos, lagunas, aguadas, cenotes, otros), para hacer las consideraciones necesarias al interpretar la información. Para este efecto se estimó que para algunas Unidades de Monitoreo (UM), algunas de sus Rutas (RU) de muestreo pueden necesitar reportarse de manera fraccionada como diferentes sitios (ST), según los tipos de cuerpos de agua que las conformen.

Para apoyar en la tarea de una mejor definición de las Rutas, CONABIO elaborará mapas con diferentes capas que describan los tipos de vegetación y clima que correspondan a las Rutas trazadas para afinar el trabajo de planeación de los Equipos de trabajo. Para ello se acordó que los participantes del Taller enviarían trazos tentativos de las Rutas que se recorrerían en cada UM proporcionando las coordenadas UTM, el trazo en un mapa de *google earth* en formato kmz ó kml, ó a través de mapas de INEGI escala 1:50,000.

Más allá de la descripción general del hábitat en las Rutas, será necesario diferenciar, en cada segmento, los tipos específicos en que se encuentra *C. moreletii* y la longitud total del segmento en cada recorrido de muestreo; todo ello se reportará junto con la tasa de encuentro de cocodrilos que le haya correspondido, como se detallará más adelante.

## Registro del tipo específico de hábitat al hacer registros

Con miras a estandarizar la información sobre el hábitat que pueda recabarse durante las visitas de muestreo, se acordó:

- Estimar la composición de tipos de vegetación aparentes según sus proporciones en el trayecto, consignándolas en un formato (a diseñarse por los participantes) que incluirá códigos para cada tipo de vegetación según la referencia estándar de Rzedowski (1978) para la vegetación terrestre y de Huerta (1978, Cap. 20 en la misma obra de Rzedowski) para los tipos de vegetación acuática.
- Los equipos de campo, cuando existieran dudas sobre el tipo de comunidad vegetal de que se trate, podrán tomar fotografías y remitirlas a la CONABIO, quien consultaría a especialistas idóneos. Igualmente, si hubiera mucha confusión respecto a la composición de la vegetación local, los equipos podrían incluso coleccionar material botánico en el campo, bajo las reglas aplicables a permisos.

## **Tasa de encuentro y estructura poblacional**

Se coincidió en que el dato que por sí mismo resulta más relevante para el monitoreo de la especie es la tasa de encuentro de ejemplares, basada en detección visual nocturna (muestreo DVN). Se acordó que la tasa de encuentro se expresará como individuos/km, lo cual constituye un índice de abundancia relativa y puede aplicarse lo mismo a trayectos acuáticos lineales que al perímetro de otros tipos de cuerpos de agua.

También se acordó que, a través de la técnica DVN, es posible y útil documentar la composición de la fracción visible de la población local por longitudes de los individuos (traducidas éstas a categorías de talla), que se diferenciarán en intervalos como sigue:

- I. *Neonato*: (<0.30m) considerando, al menos como punto de partida, que los recién nacidos suelen medir entre 0.235 y 0.282m (Casas-Andreu *et al.*, en prensa, para Tabasco). Aunque se acordó no incluir a los neonatos en los cálculos de composición por categorías de talla por su alto índice de mortalidad, de todos modos se contarán, para no perder el dato.
- II. *Cría*: individuo después de su primer invierno de vida; 0.30 – 0.49m.
- III. *Juvenil*: 0.50 - 0.99m,
- IV. *Subadulto*: 1.00 - 1.49m,
- V. *Adulto*: 1.50 - 1.99m,
- VI. *Adulto mayor*: 2.00m en adelante.

La longitud a considerar para estas categorías de talla es la Longitud Total (LT) de los ejemplares (véase el inciso *b*, más abajo).

## **Detección Visual Nocturna (DVN)**

Se acordó tomar dos grupos de datos durante este tipo de recorrido de muestreo:

a) Datos Generales de cada recorrido:

- Nombre único que identifique a cada Ruta previamente definida, dentro de cada Unidad de Monitoreo



- Nombre único que identifique a cada tipo de Sitio dentro de una Ruta. Clave única de Identidad del Equipo Operador
- Fechas y horas indicativas del recorrido (inicio y final, en formato → Año, Mes, Día, hora, minuto).
- Tipo de recorrido (detección visual nocturna, DVN)
- Medio de transporte usado para la aproximación (aerobote=A, bote a remo=R, por tierra=T, otro=describir, por ejemplo: bote a motor fuera de borda).
- Velocidad promedio del recorrido del Sitio, en forma aproximada.
- Nivel de profundidad del agua en promedio, (al inicio y final del recorrido con varias repeticiones, los sitios referidos con GPS), estimado en metros, con pértiga o similar.
- Nombre y actividad de cada miembro del equipo
- Temperatura del agua circundante (en grados Celsius) al inicio y final del recorrido (si es muy largo, una medida intermedia opcional)
- Temperatura del aire circundante (en grados Celsius) al inicio y final del recorrido (si es muy largo, una medida intermedia opcional)
- Salinidad del agua al inicio y final del recorrido (si es muy largo, una medida intermedia opcional)

b) Datos específicos para cada cocodrilo avistado:

- Registrar las coordenadas GPS en formato UTM para cada individuo avistado, incluyendo notas sobre su ubicación física (p.e. cerca de la orilla) para corregir los posibles errores de posición del registro del animal respecto al sitio exacto de lectura del GPS. Al hacerlo, se recomienda indicar si varios avistamientos se registraron con un solo punto de GPS.
- Hora del avistamiento (sistema de 24 horas) y minuto más cercano al avistamiento (0 a 59).
- Estimación lo más aproximada de la talla del individuo, en metros, para luego asignarla a una de las categorías descritas anteriormente. Si no es posible estimar la talla de un ejemplar avistado, por la lejanía u otro factor, se reportará como sólo ojos.

### Organización del muestreo DVN

Aunque idealmente debería efectuarse el muestreo 2 veces al año, iniciando antes de la puesta de huevos (época de secas), y luego, al terminar la época lluviosa, ajustando las fechas conforme a los calendarios locales de oviposición conocidos, se consideró que al menos debe muestrearse antes de la puesta. Por razones de suficiencia de recursos, el muestro DVN se realizará anualmente durante los cinco primeros años. Posteriormente, podrá replantearse la frecuencia con base en los resultados obtenidos.

En general, el muestreo debe iniciarse en una época de menor precipitación pluvial, tanto para evitar la influencia de fenómenos meteorológicos locales pasajeros, como para favorecer que los cocodrilos estén más concentrados debido al nivel bajo de las aguas, lo cual hace que los playones y otros sitios resulten más visibles. Se coordinará el inicio de los muestreos con el calendario lunar (lo más cerca posible de la luna nueva), para maximizar la visibilidad de los ejemplares bajo la luz artificial.

Se estimó necesario iniciar los muestreos en la misma época y de manera virtualmente simultánea para todas las Unidades de Monitoreo (UM), considerando las ligeras diferencias de calendario biológico para la especie entre regiones (por ejemplo, la temporada de secas inicia en diferentes fechas en el extremo norte y en el extremo sur de la distribución de *C. moreletii*).

Una vez que se inicie el Programa, la fecha de inicio del muestreo debe permanecer constante para cada Ruta de cada Unidad de Monitoreo.

A fin de recabar datos indicativos sobre el posible efecto del muestreo en la conducta de los cocodrilos, puede efectuarse el muestreo DVN la primera noche y hacerse una réplica del mismo al día siguiente, a fin de comparar ambos. Si se obtuvieran datos notoriamente diferentes entre el primer DVN y la réplica (describiendo las condiciones del muestreo: hábitat, temperaturas, entre otros), se incluirá una interpretación tentativa de las causas probables de dichas diferencias, se reportarán ambos datos, así como su promedio.

Respecto a la dificultad de efectuar DVN para ambas riberas en un solo recorrido para ríos muy anchos, se consideró que posiblemente los cocodrilos utilizan humedales aledaños al cauce principal, por lo que no debería haber problema. Guatemala y Belice indicaron que, en general, las UM que eligieron no tienen ríos demasiado anchos, por lo que es posible realizar un solo recorrido observando ambas orillas.

La velocidad del recorrido puede variar considerablemente dependiendo del tipo de ambiente en que se realice, por lo que se acordó que para cada Sitio (ST) se establezca la más adecuada y se mantenga lo más uniforme posible en todos los muestreos y se reporte conjuntamente con los datos de número de cocodrilos avistados, tallas y longitud del ST recorrido. Para algunos ST largos, podría ser necesario emplear dos noches para el muestreo DVN.

### Equipamiento

CONABIO ha enviado a los participantes las listas generales del equipo previsible para el muestreo DVN. Se tomarán los acuerdos necesarios vía correo electrónico, proceso en el que cada experto participante especificará cuál equipo está destinado a tomar los datos indispensables y cuál para los deseables/opcionales. Los participantes intentarán aportar costos estimados para cada elemento del listado.

A reserva de que el lector consulte las listas de equipo necesario para el muestreo DVN (procesadas una vez terminado el Taller), algunos puntos de acuerdo general fueron:

- Se recomienda contar con los mismos tipos de embarcación dentro de las características (rango) necesarias para el hábitat respectivo (siempre la misma embarcación en las mismas rutas): fondo plano, 14-18 pies, 15-25hp máximo, pata corta.
- Las características de las lámparas se definirán por los equipos de acuerdo a las particularidades de las rutas, siempre utilizando las mismas en un Sitio (ST) dado. En general se recomendó emplear luces de entre 200,000 y 400,000 candelas, dependiendo el ancho del cuerpo de agua. Bajo circunstancias especiales puede ser útil emplear luces de 1,000,000 de candelas (riberas alejadas) o, en el otro extremo, lámparas para manos libres de baja intensidad (para trabajo a corta distancia).

### **Marcado y Recaptura de Ejemplares (MRE)**

Se estimó necesario complementar los datos obtenidos por DVN mediante la captura, revisión, marca y recaptura de ejemplares (muestreo MRE). De manera similar al muestreo DVN, para el MRE se consideró que hay dos tipos básicos de datos:

- a) Los datos generales del recorrido serán los mismos que para DVN.
- b) Los datos para cada ejemplar que se capture se dividieron en tres grupos:

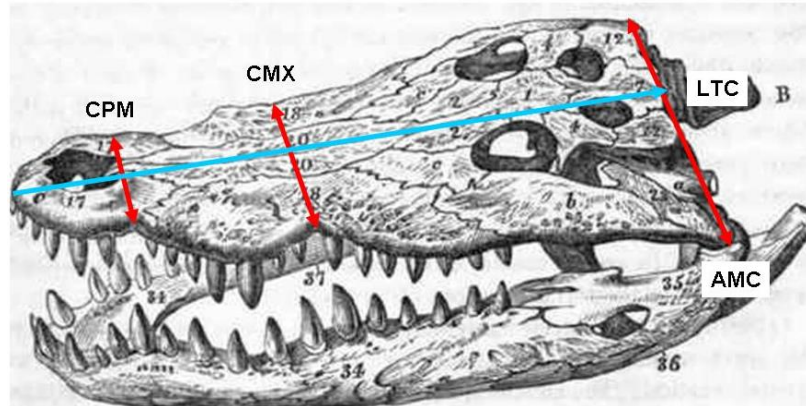
## 1. Indispensables

- Coordenadas de la captura (latitud y longitud; en UTM).
- Fecha y hora de la captura: (año, mes, día, hora, minutos).
- Longitud total del ejemplar (en cm) tomada por el vientre, con el ejemplar extendido al máximo.
- Longitud hocico-cloaca (en cm) tomada a partir de la parte anterior de la cloaca
- Sexo (F para femenino y M para masculino; haciéndolo así congruente con *female* y *male*, para evitar confusiones); IND para casos en los que el sexo quedara indeterminado.
- Peso (en gramos), aún para ejemplares grandes.
- Perímetro en la parte basal de la cola (medido justo atrás de las patas traseras; en cm).
- Marcaje:
  - Sistema único de números de marca para los individuos monitoreados
  - Se utilizarán grapas de metal Monel pequeñas (al parecer hay un solo proveedor) para marcaje de los ejemplares capturados, excepto los neonatos (debido a su mayor probabilidad de pérdida por mortalidad). Las grapas de marca tendrán las siguientes características:
    - Código alfanumérico de 7 caracteres mínimo: una primera letra-código por país (M para México, B para Belice, y G para Guatemala), seguida por el código de letra de cada Región de Coordinación (RC) y un número serial (00001 a 99999) para cada individuo. Debe recordarse que habría que contar con dos grapas con el mismo número serial para cada individuo (una irá en cada pata trasera).
    - Se requerirían aproximadamente 30,000 pares de grapas (MX-24,000, GT-4,000, BZ-2,000), aunque esta cifra podrá variar de acuerdo a los resultados del trabajo de campo y el éxito de captura.
  - Para el caso de México, al asignar lotes de grapas a cada Región de Coordinación (RC), deben distribuirse de manera que los números no queden continuos entre RC adyacentes.
  - Las grapas (ambas con el mismo número de serie) deberán colocarse en la membrana interdigital de cada pata trasera, en posición lo más proximal posible y entre los dedos III y IV, es decir los más externos.
- Se anotará claramente si se trata de una recaptura.
- Se tomará una fotografía ventral del ejemplar, a fin de respaldar la marca con el patrón de escutelación peculiar de cada individuo.

## 2. Deseables

- Presencia de grupos irregulares de escamas entre los escudos subcaudales para distinguir entre *C. moreletii* y *C. acutus* (Platt and Rainwater, 2005; Ross and Ross, 1974). Ilustrar el caso del ejemplar mediante fotos, lateral y ventral, de la base de la cola.
- La longitud total del cráneo (LTC) en centímetros, entre el extremo del premaxilar y el hueso supraoccipital).
- La anchura máxima posterior del cráneo (AMC) en centímetros, entre ambos huesos cuadradoyugales.
- La constricción maxilar (CMX) en centímetros.
- La constricción premaxilar (CPM) en centímetros.

Se indican estas medidas sobre la ilustración:



**Figura 6.-** Medidas craneales que pueden tomarse. Fuente de la ilustración base: Jones, T. R. 1861. Reptilia. Part 4. General Outline of the Organization of the Animal Kingdom, and Manual of Comparative Anatomy. John Van Voorst, London, UK.

- Distancia entre las narinas y la punta del rostro en centímetros
- Temperatura cloacal (en grados centígrados).
- Toma de nota sobre marcas naturales (descripción de cicatrices u otros que ayuden en la individualización)
- Fotografías del ejemplar completo y cabeza (dorsales), para la cola, lateral y ventral.

### 3. Datos opcionales

- Muestras de tejidos para estudios genéticos (ADN). Se colectará tejido no sanguíneo. Para ejemplares pequeños, hasta de Categoría de talla II, se tomará tejido del extremo del dedo externo de la pata posterior, en cantidad que no implique afectar la funcionalidad de la extremidad. A partir de la Clase III puede tomarse la penúltima escama de la cola. Las muestras deben preservarse en viales Vacutainer o similares con tapa roscada, con etanol al 100%. Los fragmentos deben ser suficientemente pequeños para que el etanol penetre por completo. Se recomienda utilizar diferentes navajas (desechables) para no contaminar una muestra con el ADN de otra.
- Temperatura del agua circundante (en grados centígrados).
- Temperatura del aire en el mismo sitio (en grados centígrados).
- Salinidad del agua circundante (en porcentaje o las unidades del refractómetro estándar que se elija).
- Acidez del agua circundante (en unidades pH).
- Turbidez del agua circundante (visibilidad en centímetros de profundidad).
- Método de aproximación (aerobote=A, bote a remos=R, por tierra=T, otro=describir).
- Notas adicionales (formato libre).

### Organización del muestreo

Por las características de este tipo de muestreo, se acordó efectuarlo en un momento distinto al muestreo DVN, aunque asociado a la misma visita a cada Ruta. Cabe aclarar que, en caso de que se efectúe una réplica del muestreo DVN en la segunda noche, la captura, medición y marca de ejemplares (MRE) debe efectuarse solamente en el trayecto de regreso, después de haberse realizado la DVN de la segunda noche. Esto para evitar que los datos de cuenta de

ejemplares de la réplica de muestreo DVN puedan verse afectados debido a la perturbación que causaría efectuar el muestreo MRE primero. Dada la naturaleza complementaria del MRE, puede efectuarse sin que sea obligatorio recorrer la distancia completa de la ruta y, además, pueden elegirse los ST donde se hayan avistado más ejemplares, para facilitar la tarea.

### Equipamiento

Al igual que para el muestreo DVN, la CONABIO envió a los participantes las listas generales del equipo previsible para el muestreo MRE, de manera que se acordaron detalles vía correo electrónico; el lector puede consultarlas por separado.

### **Ubicación y Seguimiento de Nidos (USN)**

Se determinó que la búsqueda de nidos y su seguimiento no será una parte obligatoria del programa de monitoreo en su diseño inicial. Lo anterior, considerando que no se permite actualmente el aprovechamiento en el medio silvestre y que el éxito de eclosión no necesariamente impacta de manera perceptible la composición por tallas de la población, debido a la alta tasa de mortalidad de los neonatos. Por otro lado, monitorear nidos rigurosamente representa una demanda importante de tiempo y recursos e implica la necesidad de muestrearlos en dos tiempos anualmente, considerando los riesgos relacionados con la manipulación, medición y recolocación de huevos en los nidos.

Sin embargo, si durante la realización de los otros tipos de muestreo (DVN y MRE) se localizara algún nido (p.e. a partir de la ocurrencia de grupos de neonatos, rastros o huellas frescas, etc.) se acordó tomar las coordenadas de su ubicación con GPS y regresar, si es posible al finalizar el recorrido, para tomarle los datos mínimos.

Entre los datos mínimos que pueden obtenerse sobre los nidos se encuentran:

#### Datos previos a la manipulación del nido

- Anchura máxima del nido en centímetros
- Anchura mínima del nido en centímetros
- Altura del nido en centímetros
- Distancia al cuerpo de agua más cercano
- Tipo de vegetación con la que fue construido el nido
- Porcentaje de sombra que recibe el nido y hora del día en la que se calculó esta variable
- Presencia/ausencia de la hembra cuidando el nido

#### Datos del interior del nido

- Se excavará el nido cuidadosamente empezando desde la parte superior y colocando la hojarasca y material removido en un plástico extendido para evitar atraer depredadores.
- Los huevos deben manipularse sin girarlos y colocarse sobre el plástico, la hojarasca y el material removido en la misma posición en que fueron encontrados (Isberg *et. al.*, 2005), no deben exponerse directamente al sol y deben mantenerse húmedos utilizando un aspersor con agua.
- Al concluir las mediciones, se colocarán los huevos como se encontraron en el nido, cubriéndolos con la hojarasca y material, cuidando de colocar los más húmedos hacia la cámara de incubación.

- Los datos mínimos que se recomienda tomar para cada huevo son:
  - Ancho en milímetros
  - Largo en milímetros
  - Peso en gramos
  - Presencia/ausencia de banda opaca para estimar la fecha de ovoposición y viabilidad (Ferguson, 1985).

Una vez que se haya ubicado el nido y tomado las mediciones necesarias, se recomienda visitarlo cada semana o incluso cada tercer día para registrar eventos que afecten la anidación (depredación, inundación), así mismo, para obtener la fecha y éxito de eclosión de los neonatos.

Si llegan a identificarse zonas relevantes para las nidadas de la especie, inicialmente sólo se registraría su existencia, para planear su monitoreo a futuro cuando así se requiera (por ejemplo, si eventualmente se decidiera efectuar estudios particulares o, en el futuro, autorizar el aprovechamiento por rancho).

### **Otros acuerdos**

No se incluirán de manera obligatoria, por ahora, datos indicadores del estado de salud de los individuos de *C. moreletii*. Sin embargo, si algún equipo contara con recursos e interés en el tema, puede abordarlo adicionalmente.

### **D. COMPOSICIÓN Y CAPACIDADES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO**

Los participantes en el Taller consideraron que cada Equipo de trabajo para el programa de monitoreo de *C. moreletii* puede estar constituido por entre 2 y 4 personas, tanto para el muestreo DVN como para el MRE. Todos los miembros del equipo deben ser capaces de realizar todas las actividades necesarias durante el muestreo, por ejemplo:

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| • Manejo del bote                   | • Toma de datos (morfometría, muestras) |
| • Mecánica básica (vehículos, bote) | • Manejo del equipo y material          |
| • Navegación                        | • Fotografía                            |
| • Observación                       | • Conocimiento de primeros auxilios     |
| • Manejo de los ejemplares          |   |

### **E. COORDINACIÓN PARA LA CONCENTRACIÓN DE DATOS**

Se decidió que la CONABIO circulará una propuesta de formato para datos de campo con base en las decisiones tomadas durante el taller y un formato electrónico (Excel) basado en el mismo. Para facilitar la toma de acuerdos, considerando el alto número de participantes de México, primero se enviarán a ellos y, una vez acordado lo necesario a ese nivel, se circulará el resultado con los colegas de Guatemala y Belice, para recabar y atender sus observaciones y sugerencias. Asimismo, se hará para la estructura de la Base de Datos nacional, en su momento.

Una vez que el monitoreo se encuentre instalado, se espera que tome un máximo de dos meses la compilación de información de los formatos de campo, su captura en el formato electrónico y su concentración en la base de datos a nivel nacional.

Considerando que algunas oficinas en Belice necesitarán trabajar con sus equipos de campo en idioma inglés, se hará lo posible por diseñar los formatos y las bases de datos en inglés y español.

## **F. INSTITUCIONES CONCENTRADORAS DE INFORMACIÓN A ESCALA NACIONAL**

Las instituciones que en cada país serán responsables de la concentración de la información a escala nacional son:

- Belice - Departamento Forestal (Vida Silvestre): los equipos de campo reportarán directamente a esta instancia, quien validará y concentrará la información.
- Guatemala - CONAP Central: los equipos de campo reportarán a las oficinas regionales de la CONAP, quienes validarán la información antes de enviarla a CONAP Central, instancia que la concentrará.
- México - CONABIO: los equipos de campo reportarán al Coordinador de Región que les corresponda, quien validará la información y posteriormente la transmitirá a la CONABIO.

La validación de la información consistirá en evitar errores o incongruencias en los datos, que pudieran derivar en errores al analizarla una vez concentrada. Cada país contará con una base de datos que le permita diseñar y procesar los análisis que estime pertinentes, de acuerdo con sus propias necesidades.

## **G. COORDINACIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONCENTRACIÓN Y ANÁLISIS GLOBAL DE LA INFORMACIÓN**

A escala global respecto a la especie, se estimó necesario integrar las tres bases de datos (Belice, Guatemala, México) para poder efectuar otros tipos de análisis, que sean de interés para los tres países en su conjunto y que permitan estimar algunos indicadores del estado general de las poblaciones de *C. moreletii*. Se buscará mantener una base de datos relacional sencilla, misma que sea compatible con Excel para poder concentrar de manera ágil los datos en cada país y compartirlos entre los países.

El proceso de integración de los datos requiere la formalización de los puntos focales nacionales, que mantendrán la comunicación a este nivel. Para ello, durante el Taller se acordó que la CONABIO enviará un comunicado oficial de invitación a Guatemala y a Belice, para sugerir el nombramiento de personas que actúen como puntos focales (nodos) para el seguimiento del programa de monitoreo. Para el caso de Guatemala, la comunicación se hará llegar a la Dirección Técnica General de CONAP. Para el de Belice, la invitación se enviará al Director de Vida Silvestre del Departamento Forestal.

## **H. CURADURÍA DE LA INFORMACIÓN A NIVEL TRINACIONAL**

México empezaría a diseñar esa base de datos trinacional, de forma que integre la información acordada en el Taller, y que en el futuro será concentrada por cada institución nacional. Las personas que actúen como nodos tendrán acceso a la información sin restricción. En cuanto a otros tipos de potenciales usuarios de información, se acordó que será necesario valorar los propósitos y antecedentes de éstos, para determinar de manera coordinada cómo atender solicitudes válidas al mismo tiempo que se evita el uso indebido de la información.

Se propuso a la CONABIO como posible institución que administre los datos a nivel trinacional.

## **5. ANÁLISIS DE LOS DATOS RECABADOS**

Se consideró necesario planear, con suficiente anticipación, qué tipos de análisis mínimos será apropiado aplicar a los datos levantados en el campo. Para ello habrá que determinar qué métodos analíticos serían adecuados para responder a preguntas relevantes para la toma de decisiones sobre conservación, manejo, en su caso, control y aprovechamiento sustentable de la especie en el futuro. Esto implica no sólo decidir los tipos de análisis sino qué tipo de pruebas estadísticas pueden ser aplicables, para determinar el grado de significación de eventuales diferencias en espacio y tiempo. Se propuso efectuar un taller adicional para evaluar este tema y las necesidades de capacitación que el mismo podría implicar para los miembros de cada equipo de monitoreo, a fin de incluirlas en la segunda fase del proyecto.

Previo a la organización de un taller complementario como el descrito arriba, se acordó desarrollar ejercicios preliminares locales, por parte de quienes cuenten actualmente con bases de datos suficientes, al menos para aquellas áreas donde se ha trabajado más intensamente en años anteriores.

## **6. INDICADORES DE CAMBIO DE LAS POBLACIONES EN LAS RUTAS DE LAS UNIDADES DE MONITOREO**

Durante el Taller se acordó que una vez que se disponga de datos de campo suficientes se tendrán que determinar los umbrales que se considerarán como referencia de una cantidad de cambio significativo en los indicadores apropiados. Se sabe que las variaciones en la estimación de tasa de encuentro de cocodrilianos pueden ser de hasta el 50% (J. P. Ross, com. pers., 2010). Con base en ello, en el Taller se determinó que aquellas personas que cuenten con datos, realicen ejercicios preliminares de análisis para intentar establecer los intervalos de porcentajes de variación naturales. Se intentará realizar el ejercicio en total y si hay datos, para las diferentes categorías de edad.

Se estima que se necesitarán de 5 a 7-8 años de datos acumulados del monitoreo formalizado, para contar con representatividad y un grado adecuado de confianza en la información. Conforme se obtengan los datos (por ejemplo, en ocho años), podrán hacerse los ajustes necesarios a los porcentajes dentro de cada indicador, incluso valorándolos a nivel local. Una vez que se cuente con información sobre el hábitat, también podría diseñarse un indicador al respecto (por ejemplo, grado de cambio en el hábitat local).

## **7. HACIA UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**

Los concurrentes al Taller concordaron en que, para que el monitoreo proceda en forma fluida y uniforme, debe prepararse un Manual de Procedimientos. Este Manual establecerá un protocolo de trabajo y listas de materiales indispensables para doble chequeo antes de cada recorrido, así como una plataforma conceptual común para todos en los trabajos de campo.

### Características básicas anticipadas para el Manual de Procedimientos

- Debe tener una secuencia lógica en cuanto a temas que facilite la toma de datos en campo.
- Debe incluir esquemas, diagramas, fotografías, etc. que orienten las técnicas descritas
- Debe tomar en cuenta contenidos de otras publicaciones/manuales que puedan ser útiles para complementar el manual (p.e. Thorbjarnarson, Mazzotti, libros diversos).



- Debe incluir componentes en cuya preparación ya hayan avanzado otros colegas (por ejemplo, un manual que inició Jerónimo Domínguez, notas que ha preparado Gabriel Barrios, aportaciones de Luis Sigler).
- Debe producirse en inglés y español.
- Puede tener una estructura abierta (a manera de carpeta) para poder hacer modificaciones a futuro de ser necesario.
- Debe imprimirse en un material que resista su utilización en el campo (evaluar posibilidades)

### Contenido básico acordado para el manual de procedimientos

#### **Índice:**

- I. Introducción (importancia del monitoreo) Oscar/CONABIO
- II. Antecedentes (especie, trabajo con la especie, marco legal) Oscar/CONABIO
- III. Necesidad de estandarización de técnicas para obtención de datos homogéneos
- IV. Resultados y acuerdos generales del Taller Oscar/CONABIO
- V. Objetivos del Manual
- VI. Diseño del muestreo
  1. Trazo de las rutas (inicio y término de la ruta y algunos puntos que permitan conocer los segmentos que deberían muestrearse, de ser posible incluyendo coordenadas de aquellas ya conocidas)
  2. Sistemas de marcaje de rutas
- VII. Hábitat
- VIII. Método DVN
  1. Equipo con especificaciones (para doble palomeo)
  2. Navegación (velocidad, duplicidad de datos)
  3. Técnicas de avistamiento (incluir particularidades)
  4. Toma de datos
  5. Tasa de encuentro
- IX. Método MRE
  1. Equipo con especificaciones (para doble palomeo).
  2. Técnicas de captura y manejo de los ejemplares (para seguridad de ejemplares y del manejador).
  3. Técnicas para la toma de datos (morfométricos, muestras)
  4. Técnicas de marcaje Incluir esquema para indicar otros tipos de marcaje que traiga el ejemplar
  5. Recaptura
- X. Métodos USN (en caso de ubicación de un nido) Alejandro Villegas
  1. Formulas estándar para calcular el éxito de la reproducción
- XI. Guía gráfica para identificación morfológica de *C. moreletii*, *C. acutus* y posibles híbridos.
- XII. Procedimiento Administrativo (permisos, trámites; por ejemplo 4 permisos, uno por Coordinador de Región).
- XIII. Apéndices
  1. Formato de campo
  2. Formato electrónico
  3. Estructura de la Base de Datos
  4. Análisis estadístico (Gonzalo Merediz y otros) definición de indicadores de cambio significativo de índices de población
  5. Glosario de términos

## **RECORRIDOS PILOTO**

Es recomendable que, una vez que se llegue al punto de contar con un Manual de Procedimientos que especifique tipos de datos, cómo tomarlos y los formatos para ello, se hagan recorridos piloto (por ejemplo, un mes antes de la época de inicio general del monitoreo, a fin de alterar lo menos posible los resultados que arrojen los recorridos formales). Estos recorridos piloto permitirán poner a prueba la eficacia de los equipos y la viabilidad de tránsito de las Rutas y Sitios, así como reconocer los retos particulares que plantean, particularmente en la época del año en que se realizará el muestreo DVN (cambios en las vías de agua).

## **8. OTROS ASUNTOS**

### **PRESUPUESTO**

Aunque el presupuesto del monitoreo es un tema que corresponde a una segunda fase de trabajo, gracias a la iniciativa de un participante en el Taller (Jerónimo Domínguez-Laso) se produjo un documento preliminar, que sirvió de referencia para estimar un costo aproximado para un muestreo en 30 rutas con 3 equipos (aproximadamente 1 millón de pesos mexicanos, **ANEXO 4 Presupuesto**). Este documento se circuló entre los presentes, a fin de que lo estudien y puedan hacer sugerencias y modificaciones una vez que se aborde el tema de manera formal, en una segunda etapa del proceso.

### **PERMISOS OFICIALES PARA TRABAJO DE CAMPO**

Se consideró que el trabajo de campo implica la necesidad de contar con distintos tipos de permisos oficiales para efectuar el muestreo. Cada país tiene su regulación propia, por lo cual el tema debe ser explorado, en principio, a ese nivel. Por otra parte, la necesidad de trabajar de manera binacional en algunas Rutas requiere analizar el tipo de protocolos necesarios para tramitar autorizaciones para esas condiciones.

Se consideró que ayudaría considerablemente saber si es posible que los gobiernos tramiten los permisos considerando paquetes dado el carácter, primero nacional y segundo, trinacional del programa de monitoreo. Para el caso de México, la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT explorará el caso, junto con otras autoridades que atienden los temas ambientales pertinentes al tema.

### **OTROS ASPECTOS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL**

Belice manifestó preocupación por algunos eventos de morbilidad/mortalidad de *C. moreletii* en su territorio, que requieren un diagnóstico. Se acordó explorar posibilidades para establecer convenios binacionales o trinacionales, para que si algún país cuenta con muestras que requieran análisis patológicos o de otros tipos, pero no posee instalaciones, equipo o recursos para analizarlas, pueda trabajarse en un esquema cooperativo. Aunque esto no es parte formal del monitoreo acordado, se consideró un aspecto colateral importante, que debe atenderse.

## **9. REFERENCIAS**

Casas-Andreu, G., G. Barrios-Quiroz y R. Macip-Ríos. En prensa. Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Vol. 81, 2010.

- Ferguson, M.W.J. 1985. Reproductive biology and embryology of the crocodylians, En: Biology of the Reptilia. Vol. 14. Development A.C. Gans, F. Billet y P.F.A. Maderson (eds.). John Wiley & Sons, New York. pp. 329-491.
- Huerta, L. 1978. Vegetación acuática y subacuática (Cap. 20 en Rzedowski, 1978; *Vegetación de México*), Editorial Limusa, México, D. F.
- Isberg, S.R., P.C. Thomson, F.W. Nicholas, S.G. Barrer y C. Moran. 2005. Quantitative analysis of production traits in saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*): I. Reproduction traits. J. Anim. Breed. Gen. 122: 361-369.
- Platt, S. G. and T. R. Rainwater. 2005. A review of morphological characters useful for distinguishing Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) and American crocodile (*Crocodylus acutus*) with an emphasis on populations in the coastal zone of Belize. Bulletin of the Chicago Herpetological Society, 40:25-29
- Ross, C. A. and F. D. Ross. 1974. Caudal scalation of Central American *Crocodylus*. Proceedings of the Biological Society of Washington, 87:231-234.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D. F.

## 10. ANEXOS

- Anexo 1.** Lista de Participantes del Taller
- Anexo 2.** Agenda de Trabajo del Taller
- Anexo 3.** Unidades de Monitoreo
- Anexo 4.** Presupuesto



2010