

# Protocolo de rancheo para el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México

**GABRIEL BARRIOS QUIROZ Y JUAN CARLOS CREMIEUX GRIMALDI**  
(Compiladores)



Protocolo de rancheo  
para el cocodrilo de pantano  
(*Crocodylus moreletii*) en México

GABRIEL BARRIOS QUIROZ Y JUAN CARLOS CREMIEUX GRIMALDI  
(Compiladores)

Primera Edición, 2018  
ISBN: 978-607-8570-09-6

**D.R. © 2018, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).**

Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Delegación Tlalpan,  
Ciudad de México, 14010. [www.gob.mx/conabio](http://www.gob.mx/conabio) [www.biodiversidad.gob.mx/](http://www.biodiversidad.gob.mx/)

**Compilación y seguimiento general:**

Gabriel Barrios Quiroz y Juan Carlos Cremieux  
Grimaldi

**Revisión técnica:**

James Perran Ross, Oscar Sánchez Herrera, Luis  
Sigler, Rogelio Cedeño, Manuel Muñiz, Alejandra  
García Naranjo Ortiz de la Huerta, Gabriela López  
Segurajáuregui, Emmanuel Rivera Téllez, Laura  
Aleida Antaño Díaz, Paola Mosig Reidl y Hesiquio  
Benítez Díaz

**Corrección de estilo:**

Ana Laura Arrangoiz

**Diseño y formación:**

Humberto Dijard Téllez

**Cuidado de la edición**

Laura Aleida Antaño Díaz, Emmanuel Rivera  
Téllez, Erika Daniela Melgarejo, Adriana Iraní  
Hernández Abundis, Paola Mosig Reidl y  
Hesiquio Benítez Díaz

**Fotografía de portada:**

Iván Montes de Oca/CONABIO

**Forma de citar**

Barrios, G. y J. Cremieux (comp.). 2018. *Protocolo de rancheo para cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.

La Autoridad Científica de México ante la CITES (CONABIO), desea agradecer el apoyo de todos los expertos nacionales y extranjeros que han brindado asesoría para la elaboración de este documento. En particular al IUCN-SSC Crocodile Specialist Group (CSG) y a James Perran Ross por sus comentarios que sin duda, reforzaron técnicamente el contenido de este documento.

La presente obra se encuentra protegida por la Ley Federal del Derecho de Autor y los tratados internacionales de la materia. Queda expresamente prohibida toda forma de reproducción, publicación o edición por cualquier medio, y en general todo aquello previsto en el artículo 27 de la citada ley, sin la autorización expresa y por escrito de los tenedores de los derechos patrimoniales.

Editado en México





# Presentación

---

**A**unque el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) estuvo cerca de la extinción debido a su extracción excesiva y no regulada, las acciones de conservación implementadas desde la década de los setenta, han permitido su recuperación y actualmente está fuera de peligro.

Las pieles de cocodrilo de pantano destacan por su excelente calidad en el mercado internacional. Sin embargo, su limitada producción en cautiverio no satisface la demanda del mercado, ni contribuye a su conservación. Después de analizar experiencias exitosas en varios países, el presente Protocolo de ranqueo para el cocodrilo de pantano en México, busca el aprovechamiento sustentable de huevos del medio silvestre, en beneficio de las comunidades locales comprometidas con la conservación de la especie y su hábitat.

La **CONABIO**, en su papel de Autoridad Científica ante la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (**CITES**) de México, coordinó el desarrollo del presente Protocolo, en colaboración el Grupo de Expertos en Cocodrilidos de México (**GEC**), conformado por más de 70 expertos nacionales e internacionales, de sectores como la academia, el gobierno, el sector privado, organizaciones civiles e investigadores independientes.

Ante la grave crisis de la biodiversidad, donde la pérdida de hábitat, la sobreexplotación, la contaminación, el cambio climático y las especies exóticas; continúan a un ritmo nunca visto en la historia de la humanidad; urgen alternativas de desarrollo sustentable, especialmente en las zonas rurales, que permitan cuidar nuestro capital natural, manteniendo servicios ecosistémicos que son esenciales para nuestro bienestar.

Esta obra colectiva, proporciona orientaciones precisas para el manejo de nidos en el medio silvestre y el aprovechamiento sustentable de huevos, donde naturalmente apenas un 1% de las crías llega a la edad adulta; para su incubación y desarrollo en cautiverio con un éxito de supervivencia cercano al 90%, para su posterior venta y obtención de pieles con calidad de exportación, permitiendo reintegrar hasta un 10% al medio natural en caso de ser necesario. Lo anterior, bajo un esquema de reparto justo de beneficios entre los distintos actores de la cadena productiva, de conformidad con la legislación nacional y con las disposiciones de la **CITES**.

Estamos convencidos de que el uso sustentable de la biodiversidad, basado en el mejor conocimiento disponible, es la mejor manera de conservar nuestro capital natural, bajo un esquema de corresponsabilidad entre los diversos sectores de la sociedad y aprovechando nuestra condición privilegiada como país megadiverso. Esperamos que este Protocolo de ranqueo, apoye este camino.

Hesiquio Benítez Díaz  
Director General de Cooperación Internacional e Implementación  
**CONABIO**

# Índice

---

<b>Capítulo I. Introducción</b>	11
<b>Capítulo II. Antecedentes</b>	15
Distribución y hábitat del cocodrilo de pantano	16
Características morfológicas	16
Características reproductivas	17
Conocimiento, conservación y manejo del cocodrilo de pantano en México	18
Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano ( <i>Crocodylus moreletii</i> ) en México	18
Potencial de aprovechamiento y uso sustentable	19
Conservación y manejo de cocodrilianos a nivel mundial	20
Australia (Territorio Norte)	20
Argentina (Santa Fe y Formosa)	21
Estados Unidos de América (Louisiana)	21
Venezuela	22
Comercio internacional de cocodrilianos en México y el mundo	22
Proyecto piloto sobre Sustentabilidad, sistemas de producción y trazabilidad de pieles de cocodrilo de pantano en México	24
<b>Capítulo III. Monitoreo poblacional como base para el rancheo</b>	27
Introducción	28
Métodos de monitoreo poblacional	30
Detección visual nocturna (DVN)	30
Marca y recaptura de ejemplares (MRE)	30
Indicadores de cambio	31
Fertilidad de la población	32
Tamaño de la población (tasa de encuentro, TE)	34
Estructura de tallas	34
Proporción de sexos	37
Proporción de hembras reproductoras (HR)	37
Sobrevivencia de neonatos al primer año de vida	38
<b>Capítulo IV. Monitoreo de los nidos silvestres de <i>Crocodylus moreletii</i></b>	41
Introducción	42
Características del nido de <i>C. moreletii</i>	42
Identificación del área a monitorear	43
Temporada de anidación	44
Temporada de monitoreo, búsqueda, y recolección de nidos	45
Tipos de recorridos para ubicar nidos	47
Marcas, rastros y huellas	47
Formato de campo y método de ubicación y seguimiento de nidos (USN)	48
<b>Capítulo V. Monitoreo y manejo de hábitat</b>	51
Introducción	52

¿Cómo es el hábitat de los cocodrilos? _____	54
¿Cómo hacer la categorización física del hábitat del cocodrilo? _____	55
Etapa 1. Inventario de cuerpos de agua y vegetación adyacente _____	55
Etapa 2. Inventario de la presencia de actividades humanas en la UMA o sus cercanías _____	56
Etapa 3. Identificación de conflictos potenciales por la interacción de cocodrilos con actividades humanas _____	57
Descripción del método y llenado del formato de evaluación y monitoreo del hábitat (EMH) _____	57
Etapa 1. La evaluación in situ del hábitat _____	58
Etapa 2. Resolución de dudas y problemas en el monitoreo del hábitat _____	58
Etapa 3. Identificación, corroboración e interacción de la UMA con actividades humanas _____	59
¿Cómo es la interacción entre el hábitat utilizado por los cocodrilos y el manejo de la UMA o PF? _____	59
¿Cuáles son los requerimientos biológicos básicos para el cocodrilo de pantano? _____	59
Zonas de anidación _____	60
Zonas de forrajeo _____	60
Zonas de refugio y estivación _____	62
Zonas de contención o amortiguamiento _____	63
Checklist para el manejo del hábitat en una UMA o PF de rancho de cocodrilo de pantano _____	63

## Capítulo VI. Estimación de tasas de aprovechamiento de nidos silvestres

<b>de <i>Crocoylus moreletii</i></b> _____	65
Introducción _____	66
Experiencias previas _____	67
Requerimientos para el uso sustentable _____	67
Antecedentes sobre rancho _____	69
Ciclo de aprovechamiento _____	69
Tasa de aprovechamiento y manejo de la población _____	71
Evaluación de tendencias en indicadores clave y su relación con el aprovechamiento _____	71
Implementación de las tasas de extracción de nidos _____	72
Reintroducción al medio silvestre _____	72

## Capítulo VII. Manejo de nidos, extracción y traslado de los huevos \_\_\_\_\_

Introducción _____	76
Seguridad al momento del manejo de nidos _____	78
Recolecta de huevos _____	79
Traslado de huevos _____	83

## Capítulo VIII. Incubación \_\_\_\_\_

Introducción _____	86
Morfología de los huevos _____	86
Características estructurales del huevo _____	86



Desarrollo embrionario _____	87
Incubación artificial _____	90
Incubación artificial transitoria _____	90
Incubación artificial permanente _____	90
Factores físicos involucrados en la incubación artificial _____	90
Temperatura _____	90
Humedad _____	91
Intercambio gaseoso (O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> ) _____	91
Características para una incubadora artificial _____	91
UMA Cocodrilos Maya _____	92
UMA Cocodrilos de Palizada _____	93
Manejo de los huevos dentro de la incubadora _____	93
Procedimiento de manejo del huevo en la incubadora _____	94
<b>Capítulo IX. Cuidado de las crías desde la eclosión hasta la venta</b> _____	<b>99</b>
Introducción _____	100
Cuidado de las crías _____	100
Manejo de los neonatos _____	100
Manejo y desinfección de la cicatriz umbilical en los recién nacidos _____	101
Medición y pesaje de neonatos _____	101
Aclimatación de recién nacidos _____	102
Marcaje _____	103
Amputación de escamas caudales (corte de quillas) _____	103
Grapas interdigitales _____	104
Microchip _____	104
Ubicación, mantenimiento y traslado de crías _____	105
Densidad en encierros _____	105
Alimentación y ritmo metabólico alto _____	107
Manejo de estrés en crías _____	108
Selección de cocodrilos y medidas sanitarias _____	110
Transporte de cocodrilos _____	110
<b>Referencias</b> _____	<b>113</b>
<b>Anexos</b> _____	<b>125</b>
Anexo 1. Formatos de campo _____	126
Anexo 2a. Checklist de los puntos a tener en cuenta para el manejo del hábitat en una UMA o PF de rancho de cocodrilo de pantano _____	134
Anexo 2b. Información que deberá ser reportada a la CONABIO y la DGVS-SEMARNAT para dar seguimiento puntual al programa piloto _____	135







CAPÍTULO I  
Introducción

## Introducción

**D**urante las últimas décadas han sido múltiples los esfuerzos por conocer el estado de conservación de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*). Sin embargo, fue hasta 2010 cuando la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en colaboración con expertos nacionales e internacionales, coordinó el diseño de un programa trinacional (México, Belice y Guatemala) para el monitoreo de las poblaciones silvestres de esta especie. El resultado de dicha colaboración, culminó en una publicación de referencia que describe los métodos para el monitoreo de las poblaciones silvestres de la especie (Sánchez-Herrera *et al.* 2011).

Derivado de lo anterior, se aplicó el Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano en México en cinco temporadas (2011-2015). Los resultados fueron datos estandarizados y sistemáticos a nivel nacional sobre la abundancia relativa, estructura de tallas, proporción de sexos, condición corporal de los individuos, estado de conservación de hábitat y ubicación de nidos de la especie, entre otros (Sánchez-Herrera *et al.* 2012, 2015; Rivera *et al.* 2017). Con esta información fue posible establecer que las poblaciones se encuentran en buen estado de conservación y con potencial para desarrollar proyectos productivos sustentables que incentiven su conservación y provean beneficios socioeconómicos para los habitantes de las comunidades locales que conviven con la especie y su hábitat.

Con base en lo anterior, las autoridades de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGVS-SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en colaboración con la Responsible Ecosystems Sourcing Platform (RESP) coordinan el *Proyecto piloto sobre sustentabilidad, sistemas de producción y trazabilidad de pieles de cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) en México*.

En dicho proyecto se busca involucrar a las comunidades locales en la conservación de la especie y su hábitat a través de su uso sustentable bajo la modalidad de rancheo (extracción de nidos del medio silvestre en predios bajo el sistema administrativo de UMA en vida libre o en predios federales), respaldado por tasas de aprovechamiento sustentables y Dictámenes de Extracción no Perjudicial (Non-Detriment Findings, NDF) en cumplimiento de la legislación nacional y de la CITES.

Las crías, obtenidas por la extracción e incubación de huevos, se venderán a los criaderos o granjas (UMA intensivas registradas ante la DGVS) para el crecimiento, desarrollo y posterior aprovechamiento de ejemplares con miras a la obtención de pieles de alta calidad para exportación en colaboración con las empresas de la moda. Lo anterior, bajo un esquema de reparto justo de beneficios entre los actores de la cadena productiva similar al consentimiento informado previo (PIC) y términos mutuamente acordados (MAT), ambas por sus siglas en inglés y con el respaldo de un sistema de trazabilidad que permita asegurar la legal procedencia y origen sustentable de las pieles y productos derivados.

De acuerdo con Ross (1999), varios estudios sobre historia natural de los cocodrilianos indican su extrema resistencia a la remoción de individuos jóvenes (p.e. huevos o crías) o adultos (p.e. machos grandes), y muchos programas de aprovechamiento alrededor del mundo para distintas especies de cocodrilianos sugieren que la remoción anual de 50-80% de los nidos o 5-10% de los adultos, no afecta el crecimiento poblacional. Asimismo, señala que el reclutamiento en el medio silvestre (entrada de nuevos individuos a la población adulta) depende de la densidad, estructura y tamaño de la población adulta, y no es muy sensible a la cantidad de huevos o crías que sobreviven.

En este sentido, el esquema de manejo por rancheo se realiza exitosamente con otras especies de cocodrilianos en diversos países, y contempla la extracción de huevos o crías del medio silvestre para su crecimiento en cautiverio, aprovechando ejemplares que de otro modo formarían parte de la alta mortalidad que tienen en la naturaleza.



Foto: Juan Carlos Cremieux Grimaldi.

El presente Protocolo se elaboró tomando en cuenta la experiencia de programas de manejo bajo este esquema en otros países, así como de consultas con expertos nacionales e internacionales, para adaptarlo a las características del cocodrilo de pantano y su hábitat en México.

El Protocolo de ranqueo está dividido en nueve capítulos e inicia con antecedentes sobre el trabajo con *Crocodylus moreletii* a nivel nacional e internacional y los esfuerzos de ranqueo en otros países (capítulos I y II). Posteriormente, se detalla la importancia del monitoreo poblacional en cocodrilos (capítulo III), así como los métodos para identificar los sitios y la temporada donde se realizará el muestreo de nidos (capítulo IV).

En el capítulo V, se describen la caracterización de su hábitat y manejo, para conocer el estado de conservación de los cocodrilos y así ubicar los sitios donde se realizará el ranqueo. En lo que respecta al capítulo VI, se especifican las actividades de ranqueo de nidos del cocodrilo de pantano, y se estiman tasas de aprovechamiento sustentable basándose en experiencias previas. Asimismo, en el capítulo VII se incluye orientación para el manejo de nidos, extracción y traslado de los huevos; y en el capítulo VIII definen las características morfológicas y estructurales del huevo, así como los métodos de incubación. Finalmente, el cui-

dado de las crías desde la eclosión hasta la venta se detalla en el capítulo IX.

Por otra parte, y con la finalidad de tener un seguimiento y evaluar el éxito del ranqueo en los sitios piloto, a lo largo de la publicación se distingue la información del proyecto piloto que deberá ser integrada a la base de datos que mantiene la CONABIO, o bien información que el técnico puede obtener de la misma con el recuadro siguiente:

**Capturar/obtener esta información  
en la Base de datos de la CONABIO**



Asimismo, a fin de que las actividades se encuentren coordinadas y se les asigne clave de sitio de muestreo, antes de iniciar el monitoreo sugerimos contactar con la CONABIO (ac-cites@conabio.gob.mx, 50044937 o 50045025).

Esta información será la base para que las comunidades locales mexicanas cuenten con herramientas estandarizadas para desarrollar sus planes de manejo y establecer emprendimientos de unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) en vida libre o predios federales (PF) que les permitan obtener beneficios a partir de la conservación y el uso sustentable de la especie mediante actividades de ranqueo.





CAPÍTULO II  
Antecedentes



## Antecedentes

### 1 DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT DEL COCODRILO DE PANTANO

El cocodrilo de pantano se ha registrado principalmente en cuerpos de agua dulce como: pantanos, ciénegas, ríos de corriente lenta, lagunas, esteros, pozas y jagüeyes, en la costa del Golfo de México y centro de la Península de Yucatán hasta aproximadamente los 800 m.s.n.m. en México (Casas-Andreu 2002); además de Belice y el norte de Guatemala, principalmente en la zona del Peten (Lara *et al.* 1997). Es una especie que se adapta rápidamente a los cambios que puede tener su hábitat por lo que es posible encontrarlos en cuerpos de agua dentro de ciudades, como el caso de la Laguna de las Ilusiones en Villahermosa, Tabasco (López-Luna *et al.* 2011, 2015), en la Laguna del Carpintero en Tampico, Tamaulipas (Cedillo-Leal 2011), en la Laguna de Nichupté en Cancún, Quintana Roo (Carballar *et al.* 2001) y en varias ciudades de Belice (Platt 2008). Asimismo, se ha registrado a la especie en dunas costeras, manglares, selvas, vegetación subacuática y pastizales (Sánchez-Herrera 2011).

La estimación más reciente (2016) del área de distribución potencial de la especie se realizó en CONABIO empleando el modelo MaxEnt (versión 3.3; Phillips *et al.* 2004, 2006) con 359 registros que incluyen datos, depurados y validados con expertos, del Proyecto CoPan (Domínguez-Laso 2006), el Programa de monitoreo nacional (Sánchez-Herrera *et al.* 2011, 2012, 2015; Rivera-Téllez *et al.* 2017) y el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB; CONABIO 2015). El resultado del modelo se observa en la figura 1, donde se estimó que el área de distribución potencial de *C. moreletii* en México es de 332 921 km<sup>2</sup>. Con fines precautorios, a esta área se le aplicaron tres cortes adicionales: a) se eliminaron 124 472 km<sup>2</sup> (63% del área total) dedicados a agricultura, ganadería y zonas urbanas (aunque se sabe que la especie está presente en zonas perturbadas); b) se sobrepuso la red de ríos y cuerpos de agua dentro del área de distribución potencial y se consideró como hábitat dis-

Manuel Muñiz Canales<sup>1</sup> y Gabriela López-Segurajáuregui<sup>2</sup>

ponible únicamente el perímetro de los cuerpos de agua y la longitud de los ríos; y c) se eliminaron los cuerpos de agua intermitentes (17 381 km, 43% del área de distribución potencial). De esta forma, se estimó la extensión lineal del hábitat disponible para la especie en cada uno de los 30 mapas generados por el modelo, que en promedio es de 22 833 ± 24 km (n=30; I.C. 95%).

### 2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

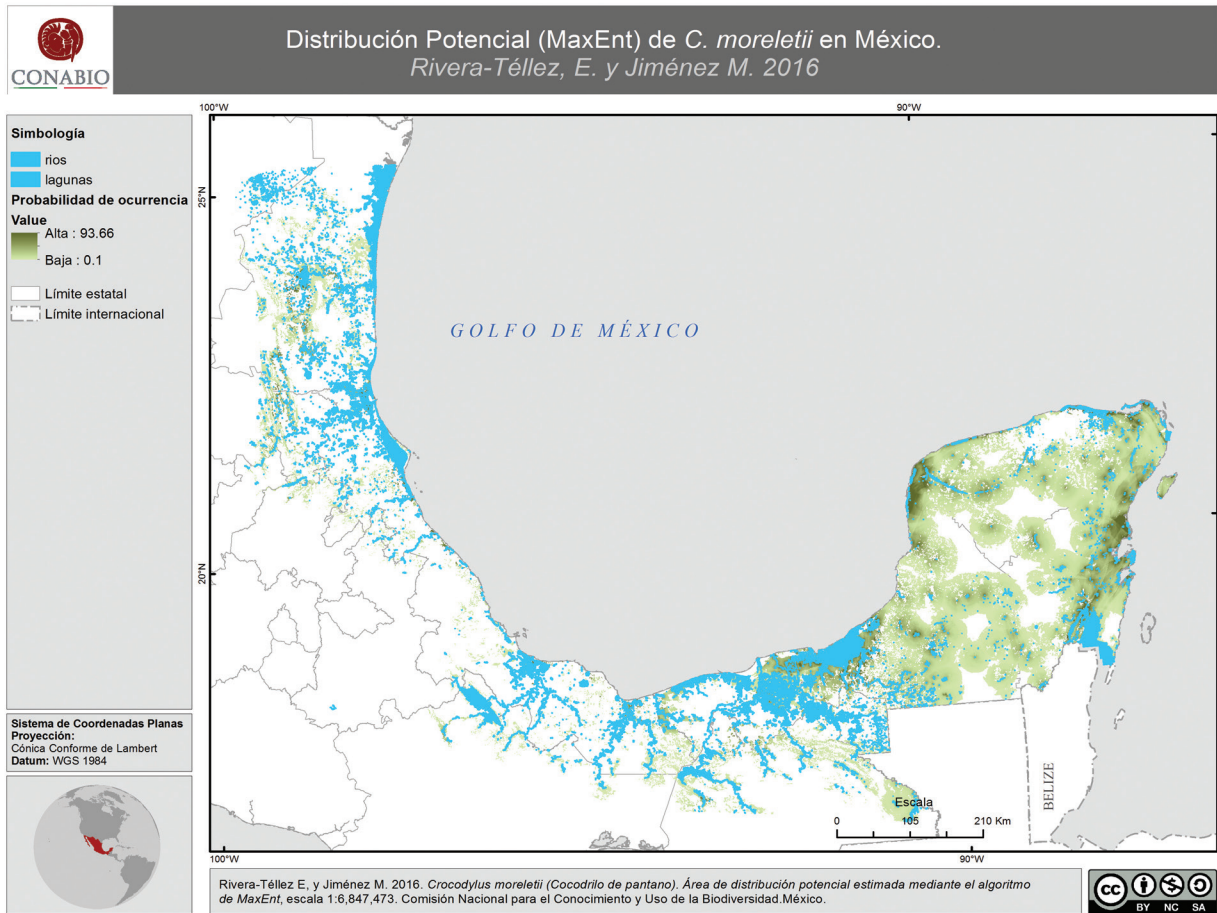
En el cocodrilo de pantano los machos llegan a alcanzar una longitud total de 3.50 m y las hembras tienden a ser más pequeñas. Cuando eclosionan los huevos, las crías miden de 23 a 28 cm con un promedio de 26.2 cm de longitud total y un peso promedio de 44.4 g (Barrios-Quiroz y Casas-Andreu 2010, Casas-Andreu *et al.* 2011).

El hocico es redondeado y relativamente corto, su longitud es 1.5 a 1.7 veces el ancho basal; presenta 13 o 14 dientes maxilares y 15 dientes mandibulares. La sutura interpremaxilar es considerablemente más corta que el ancho sumado de los premaxilares, la sutura entre el premaxilar y maxilar es de forma transversal; presenta una longitud media de los palatinos 3 a 4 veces la medida del ancho basal sumado de ambos.

Tienen una hilera de 4 a 6 escamas post-occipitales, dos pares de escamas nucales en tándem, la primera hilera con cuatro y la segunda con dos, las escamas del tronco separadas de las nucales. Las primeras poseen osteodermos más o menos regulares, arreglados en 16 o 17 hileras transversales y de 4 a 6 longitudinales; las hileras laterales de las extremidades son lisas y aplanadas; poseen un fleco escamoso distintivo sobre los márgenes de ambos pares de extremidades.

En la cola presentan verticilos intercalados en la parte ventro-lateral (Álvarez del Toro 1974, Ross 1987). La superficie dorsal de los adultos es generalmente amarillo-verdosa, pero puede llegar a ser

<sup>1</sup>Caimanes y cocodrilos de Chiapas, [moreletii@prodigy.net.mx](mailto:moreletii@prodigy.net.mx); <sup>2</sup>Consultor independiente, [gabrielalopezs@yahoo.com](mailto:gabrielalopezs@yahoo.com)



**Figura 1.** Mapa de distribución potencial realizado con el algoritmo de MaxEnt para cocodrilo de pantano *C. moreletii*. En tonos de verde se denota la probabilidad de ocurrencia determinada por el modelo generado de 0 a 1 (1 = 10 000). En azul se indican los cuerpos de agua (22 833 km lineales) que se encuentran en contacto con el modelo de distribución potencial generado y que por tanto corresponden al hábitat potencial de la especie. Fuente: tomado de Rivera-Téllez y Jiménez 2016.

casi negra. En los juveniles se presentan pequeños flecos amarillentos formando bandas cruzadas y la superficie ventral es blanca amarillenta sin marcas (Álvarez del Toro 1974).

### 3 CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS

En cautiverio las hembras adultas pueden ovopositar entre 6 y 54 huevos con un promedio de 30 huevos por nido (Casas-Andreu *et al.* 2011). En condiciones naturales se ha reportado que el tamaño de nidada es similar al reportado en cautiverio (López-Luna *et al.* 2011). Construyen su nido con base en material vegetal (hojarasca) y substratos de los alrededores, y pueden llegar a medir más de 100 cm de diámetro y tener una altura entre los 80 y 90 cm.

Las hembras seleccionan con cuidado el sitio de anidación relativamente cerca de los cuerpos de agua. Con base en elementos como territorialidad, fenómenos naturales y/o la transformación del hábitat, pueden utilizar año con año la misma área donde construyen el nido con variación de algunos metros. Si el sitio fue desfavorable buscarán otro el siguiente año hasta encontrar el sitio idóneo donde construir su nido y proteger a sus crías (López Luna *et al.* 2011).

Se tiene registro de que las hembras inician su etapa reproductiva cuando miden alrededor de 126 cm (Casas-Andreu *et al.* 2011, López Luna *et al.* 2011, Manuel Muñiz, obs. pers.), los primeros ensayos de construcción del nido suelen asociarse con la deposición de pocos huevos (ovoposición).

La ovoposición ocurre entre abril y julio (Pérez-Higareda 1980, Platt *et al.* 2008, Casas-Andreu *et al.* 2011). Generalmente, las crías nacen entre junio y septiembre después de entre 70 y 75 días. Durante este período las crías son muy susceptibles y son pocas las que sobreviven los primeros meses y años.

#### 4 CONOCIMIENTO, CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL COCODRILO DE PANTANO EN MÉXICO

El cocodrilo de pantano estuvo en peligro de extinción por la extracción excesiva y no regulada para la obtención de sus pieles en la década de los sesenta. En estos años se incluyó en las categorías de mayor riesgo y protección de listados nacionales e internacionales, y en México se restringió el aprovechamiento de las tres especies de cocodrilianos, limitando el comercio de sus pieles a las derivadas de la cría en cautiverio de ciclo cerrado.

Estas y otras medidas contribuyeron a la recuperación de sus poblaciones, documentada entre otras fuentes, por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN; Ross 2000), el Proyecto CoPan (Domínguez-Laso 2006) y el Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México (Rivera-Téllez *et al.* 2017, Sánchez-Herrera *et al.* 2012, 2015). Actualmente, el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) se encuentra catalogado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie sujeta a protección especial. A nivel internacional, la UICN la ubicó como bajo riesgo/dependiente de conservación y posteriormente en 2012, como de menor preocupación.

En 2010, las poblaciones de México y Belice fueron transferidas del Apéndice I al II de la CITES con una cuota cero para ejemplares silvestres con fines comerciales. Para 2012, con base en los resultados de un análisis y proyección demográficos (Sánchez-Herrera y Álvarez-Romero 2006) se eliminó del Acta de Especies en Riesgo de los Estados Unidos de América (Endangered Species Act, ESA).

#### Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México

Desde 2011 la CONABIO financia y coordina en México el Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-

Guatemala (Sánchez-Herrera *et al.* 2011), mismo que se diseñó en colaboración con académicos, productores, organizaciones no gubernamentales (ONG) y autoridades de los tres países. En México, este proyecto se implementa en 73 sitios de monitoreo permanentes.

Los resultados de las primeras cinco temporadas del programa en México (2011 a 2015; Rivera-Téllez *et al.* 2017) sugieren que la tasa de encuentro nacional (TEN) promedio en los sitios de monitoreo durante los cinco años es de 3.23 ind/km (min. 1.97 en 2011 – máx. 4.59 ind/km en 2015). A partir del valor de la TEN, y considerando el área de distribución potencial obtenida con MaxEnt (22 833 ± 24 km; ver apartado previo sobre distribución y hábitat de la especie), se estima un tamaño poblacional promedio alrededor de 74 mil individuos silvestres en los cinco años (min. 44 890 ind. en 2011 – máx. 104 815 ind. en 2015; cuadro 1).

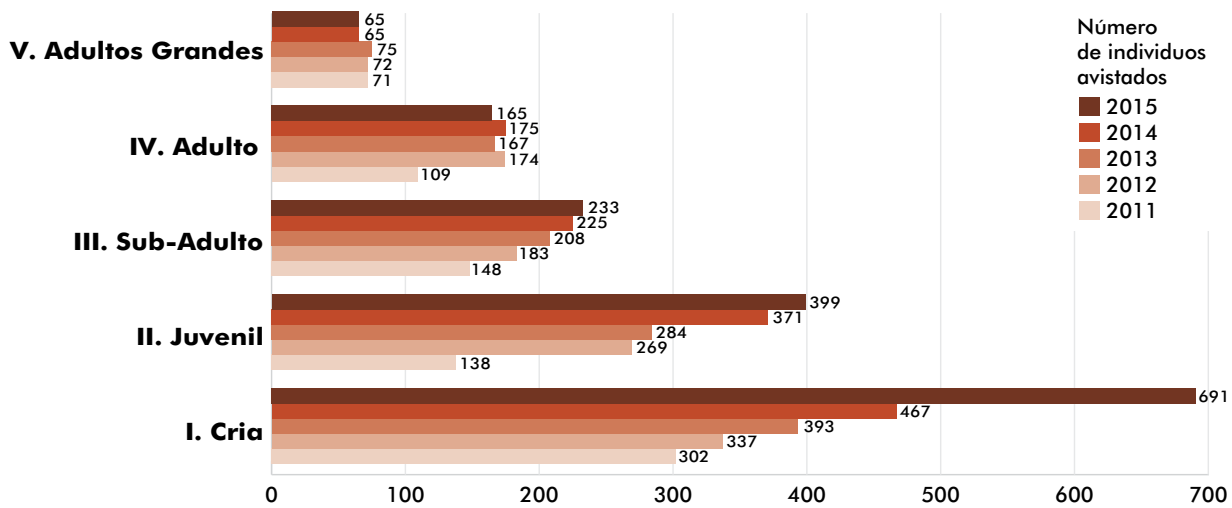
**Cuadro 1.** Individuos avistados, tasa de encuentro nacional (TEN) registradas y tamaño poblacional estimado en el Programa de monitoreo de *C. moreletii* en México.

Año	Individuos avistados*	TEN (ind/km)	Tamaño poblacional estimado (ind.)
2011	880	1.97	44 890
2012	1 257	3.23	73 814
2013	1 267	2.98	68 126
2014	1 502	3.42	78 157
2015	1 751	4.59	104 815
<b>Promedio</b>	<b>1 332</b>	<b>3.23</b>	<b>73 961</b>

\*Incluye todas las tallas y los individuos registrados como Sólo ojos (talla indeterminada), que por año fueron: 2015=200, 2014=199, 2013=140, 2012=222 y 2011=123.

Fuente: Rivera-Téllez *et al.* 2017.

Los conteos nocturnos (DVN) del Programa de monitoreo en México (2011-2015) muestran una estructura poblacional en forma piramidal (figura 2), que se ha mantenido estable y que refleja una población saludable con una alta proporción de crías (37.8% de los individuos observados) y una buena proporción de juveniles (25.2%), subadultos (17.2%) y adultos reproductores (19.6%), misma que coincide con los registros de estructura de



**Figura 2.** Estructura de tallas (longitud total) de los individuos avistados (DVN) por año en el Programa de monitoreo de *C. moreletii* en México, donde Crías = <0.5m (excepto neonatos), Juveniles = 0.51 m a 1.0 m, Subadultos = 1.01 m a 1.5 m, Adultos = 1.51 m a 2.0 m, Adultos Grandes = >2.01 m. Los totales por año no incluyen a los individuos registrados como “Sólo ojos” (talla indeterminada). Fuente: basado en Rivera-Téllez *et al.* 2017, Sánchez-Herrera *et al.* 2012, 2015.

tallas de los individuos capturados en el Programa. Asimismo, un total de 697 ejemplares fueron capturados en los cinco años (395 machos, 279 hembras, 23 indeterminados), de los cuales 12 fueron recapturas (Rivera-Téllez *et al.* 2017).

Los individuos capturados presentaron una proporción de sexos promedio de un macho por cada 0.71 hembras (min. M1:H0.6 – máx. M1:H0.8). Aproximadamente, el 79% de las hembras y el 75% de los machos capturados mostraron una condición corporal considerada normal con base en el índice general de robustez (IGR, relación entre perímetro de la base de la cola/longitud total con respecto a la media y 1, 2 o más de 2 desviaciones estándar-DS; Sánchez-Herrera *et al.* 2012).

## 5 POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO Y USO SUSTENTABLE

En México, el aprovechamiento del cocodrilo de pantano se ha realizado desde la década de los setenta exclusivamente bajo un esquema de cría en cautiverio de ciclo cerrado, y a finales del siglo xx bajo la modalidad intensiva de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). Este esquema consiste en tener un hato reproductor en cautiverio, fomentar su reproducción, recolectar los huevos, crecer y desarrollar a los ejemplares hasta una talla de aprovechamiento, similar al sistema empleado en Tailandia y Colombia, entre

otros países, y es equivalente al sistema conocido en inglés como *farming*. En éste se contemplan actividades de educación ambiental y generación de conocimiento sobre la especie, apoyo a comunidades y grupos sociales en el manejo y convivencia con los cocodrilos y mitigación del comercio ilegal, además de contribuir de forma limitada e indirecta a la conservación de las poblaciones silvestres y su hábitat.

El Plan de acción para la conservación de *Crocodylus moreletii* publicado por el Grupo de Especialistas en Cocodrilianos de la UICN (CSG), señala que la especie tiene un alto potencial de manejo y considera relevante el desarrollo de un programa de uso sustentable para el cocodrilo de pantano en México, y que con base en la información derivada de los proyectos nacionales, existen localidades donde podrían iniciarse actividades de ranqueo en UMA en vida libre. Dicho ranqueo consiste en la recolección de huevos o neonatos para su cuidado en cautiverio y posterior reparto entre aprovechamiento y liberación al medio silvestre (Platt *et al.* 2010).

A partir del 2004, han trabajado en conjunto investigadores, académicos, productores, ONG e instituciones gubernamentales, particularmente la CONABIO, para generar información robusta sobre el estado poblacional del cocodrilo de pantano en vida libre y desde el 2010 se reunieron nueva-

mente para diseñar e implementar el Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) México-Belice-Guatemala (Sánchez-Herrera *et al.* 2011).

## 6 CONSERVACIÓN Y MANEJO DE COCODRILIANOS A NIVEL MUNDIAL

En el mundo, hay varios ejemplos exitosos de manejo que han permitido la recuperación y permanencia de las poblaciones silvestres de diferentes especies de cocodrilianos, a partir de programas coordinados de aprovechamiento extractivo sustentable en el medio silvestre y la protección del hábitat. El uso sustentable bajo la modalidad de rancheo se ha desarrollado y evaluado en países como Estados Unidos, Australia, Argentina, entre otros.

Un ejemplo de ello, es en el gobierno del Territorio Norte en Australia, donde se comprobó que la extracción de huevos no afecta a las poblaciones silvestres, ya que estas naturalmente se compensan, controlando la carga y la mortalidad de las crías promoviendo una mayor supervivencia. Lo anterior se realizó durante el estudio de dos ríos, en donde el primero permaneció sin alteración y el otro fue objeto de la extracción de todos los huevos encontrados. Al cabo de varios años de monitoreo se observó que no hubo alteración permanente en el reclutamiento y supervivencia de ejemplares adultos, y que ambos cuerpos de agua conservaron su crecimiento poblacional (Webb y Manolis 1992).

Asimismo, se ha observado que aquellas poblaciones sujetas a un aprovechamiento sustentable tienen un mayor crecimiento que las no sujetas al aprovechamiento, como es el caso de *Crocodylus porosus* y *C. johnstoni* (Webb 2014).

Entre las modalidades de aprovechamiento y uso sustentable de cocodrilianos en el mundo destacan las siguientes:

- ⊙ Extracción directa o cosecha (*harvesting* en inglés). Esta actividad consiste en capturar y extraer del medio silvestre ejemplares con tallas comerciales para su aprovechamiento comercial. Países como Venezuela y Papúa Nueva Guinea fueron pioneros en implementar este esquema.

- ⊙ Extracción de huevos o rancheo (*ranching* en inglés). Como su nombre lo indica, se recolectan y extraen del medio silvestre los huevos o crías y son llevados a una granja o criadero para su incubación, desarrollo y crecimiento, para posteriormente liberar ejemplares en compensación de la cosecha realizada con fines comerciales. Los países que han desarrollado mejor este esquema con extraordinarios resultados en la recuperación de sus poblaciones silvestres son: Estados Unidos (libera el 12%, King of the Bayou; <<http://video.lpb.org/video/2365719963/>>), Australia y Argentina.

- ⊙ Extracción de ejemplares problemáticos y/o de caza para trofeo. En ésta se otorga un número determinado de permisos a los cazadores y los controladores de fauna silvestre para cazar y remover ejemplares problemáticos y/o muy grandes para aprovechamiento comercial o para promoverlos como trofeos. Esta práctica se lleva con éxito en países como Estados Unidos y Australia, entre otros.

Cada país se ha adaptado a sus circunstancias, y destacan ejemplos como los siguientes:

### Australia (Territorio Norte)

Después de 26 años de un comercio intenso y no regulado, en 1971 se protege de la cacería ilegal a los cocodrilos (*Crocodylus johnstoni* y *C. porosus*) en el Territorio Norte (Messel *et al.* 1981, Webb *et al.* 1984). La población silvestre del cocodrilo de agua salada (*C. porosus*) se estimaba en 500 individuos adultos visibles en algunas áreas remotas, y se consideraba que la población se había reducido en 95%. A pesar de todas las investigaciones y estudios conducidos por el profesor Harry Messel, después de 10 años se seguía discutiendo la recuperación de la especie, y se estimaba que las crías tardarían muchos años (12 a 16 años para que los ejemplares logren la madurez sexual) en alcanzar tallas reproductivas (220 cm hembras y 310 cm machos de longitud total) para su reclutamiento (Webb *et al.* 1984).

En 2012 se estimó que la población silvestre se había recuperado y alcanzado la máxima capacidad de su hábitat con más de 80 mil individuos subadultos y adultos. Australia es uno de los países pioneros en la búsqueda de la conservación de los cocodrilos.



Sin embargo, para lograr la recuperación de las poblaciones silvestres se requirió de muchos cambios, investigación, implementación y reestructuración de varios métodos de aprovechamiento. En un inicio, se prohibió la cacería (veda) para detener la captura y matanza de los cocodrilos (Webb 2014). En 1979, la India presentó una propuesta de enmienda que fue adoptada por la 2ª reunión de la Conferencia de las Partes de la CITES (CoP2; San José, Costa Rica) para transferir al cocodrilo de agua salada (*Crocodylus porosus*) del Apéndice II al I, con excepción de la población de Papúa Nueva Guinea que permaneció en el Apéndice II.

Otro factor a considerar fueron las interacciones hombre-cocodrilo que se estaban presentando con mucha frecuencia. Para mitigar este conflicto social, se empezó la captura de individuos problemáticos, mismos que se introducían como pie de cría en las nuevas granjas, pero esto no resolvió las inquietudes y cuestionamientos de ONG, inversionistas, poseedores de la tierra y población en general, por ello se tuvo que formular un nuevo programa de uso sustentable (Webb *et al.* 1984, Hines y Skroblin 2010). El Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la IUCN aprobó en 1985, el programa de ranqueo para Australia y con ello, la mayoría de los poseedores de la tierra (aborígenes), inversionistas y conservacionistas se veían beneficiados y satisfechos. La recolección de nidos no dañaba las poblaciones silvestres y todos recibían una compensación económica. De 135 huevos recolectados en 1984, la producción se incrementó hasta 40 702 huevos en 2006, y hasta de 60 mil huevos viables por temporada en 2008 (Leach *et al.* 2009, Saalfeld y Fukuda 2013). El Programa de manejo del cocodrilo de agua salada publicado por el *Department of Natural Resources, Environment, the Arts and Sport* del gobierno del Territorio Norte (2012), estimó una extracción para el período 2013-2014 de 70 mil huevos, 500 crías, 400 juveniles y 100 adultos, la cual incluye los ejemplares cazados en safari. Caldwell (2015) mencionó que el número de pieles reportadas por los países que importaron *Crocodylus porosus* de Australia en 2002 fue de 10 423 y un total de 32 117 piezas en 2011. Asimismo, desde 1995 las poblaciones de Australia, Indonesia y Papúa Nueva Guinea están en el Apéndice II de la CITES, y el resto en el Apéndice I.

Después de 10 años de trabajo con poblaciones recuperadas y estables, el programa de uso sustentable se amplió y modificó, para incluir la ex-

tracción directa del medio silvestre de ejemplares problemáticos y años después se permitió la cacería de ejemplares en safari. Al 2014, el programa funciona exitosamente, los hábitats están protegidos y conservados, existe mucha actividad turística, controles de individuos problemáticos y la base del programa radica en la multimillonaria industria del comercio de la piel de cocodrilos (Webb 2014).

### Argentina (Santa Fe y Formosa)

Después de años de investigación, monitoreos y reuniones, la población del caimán overo (*Caiman latirostris*) de Argentina se transfirió del Apéndice I al II en la 10ª reunión de la Conferencia de las Partes de la CITES realizada en Zimbabwe en 1997. Para 2017, hay cuatro provincias al norte del país, cerca de la frontera con Bolivia, que están implementando el programa de ranqueo. Sin embargo, la especie permanece en la lista de especies en peligro del Acta de Especies en Riesgo de los Estados Unidos (como amenazada para Argentina y en peligro de extinción para Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay), por lo que no puede ser comercializada en ese país.

Larriera e Imhof (2006) ha estimado en Argentina que de cada temporada sólo eclosiona entre 30 y 50% del total de los huevos puestos en el medio silvestre, debido a varias circunstancias (inundaciones, sequías y depredación natural) y que sólo 10% de los neonatos que eclosionan llegan al primer año de edad, por lo que se permite una tasa de extracción cercana al 50% y se regresan al sitio 15% de los caimanes criados a los nueve meses de edad.

### Estados Unidos de América (Louisiana)

El aligátor (*Alligator mississippiensis*) es una especie endémica de los Estados Unidos, la cual estuvo sujeta a una cacería muy intensa desde finales de 1800 y principios de 1900, por lo que sus poblaciones silvestres se estimaban en apenas unos cientos a principios de los años sesenta y en 1962 se prohibió la cacería. En la CoP2 (San José, Costa Rica en 1979) se transfirió a la especie del Apéndice I al II de la CITES.

Entre 1972 y 1983 se autorizó la extracción de aligátors para la comercialización de su piel en el estado de Louisiana, limitando las áreas y otorgando

hasta 30 días para la captura de ejemplares no menores de 4 pies (1.20 m), así como prohibiendo las capturas de ejemplares por las noches. Al final del programa en 1983 se aprovecharon 16 154 individuos (Joanen and McNease 1987), y en el estado de Florida sucedió algo similar durante ese período. Finalmente, en 1985 el Departamento de Vida Silvestre y Pesca de EUA, cambió y adoptó las regulaciones que gobernarían el comercio de la carne y partes del aligátor para su exportación.

En 1986 se inició un programa de ranqueo piloto en el estado de Louisiana, y hasta el 2017 los propietarios de las tierras conservan el hábitat y manejan las áreas para la permanencia de los aligátos. En 2012 se cosecharon o ranquearon 413 648 huevos y se estimó que para 2013 se podía recolectar más de 500 mil huevos para regresar a los inventarios que se tenían antes de la recesión de 2008. Los 59 propietarios registrados en el Louisiana's Alligator Management Program incuban los huevos artificialmente y desarrollan a las crías hasta alcanzar tallas entre 3 y 5 pies (90 y 150 cm) en uno o dos años. De éstas, 22 granjas exportaron un total de 280 mil pieles en el año 2012. De los ejemplares sanos de un año son liberados 12% (anteriormente el 14%), en el área de recolecta de los huevos y el resto es comercializado (King of the Bayou; <<http://video.lpb.org/video/2365719963/>>). Los permisos de para la recolecta de huevos están valuados en 1.8 millones de dólares, y el comercio de pieles de aligátor para exportación tanto de ejemplares capturados como de ranqueo está valuado en 20 millones de dólares americanos anuales (LAMP 2012-2013).

### Venezuela

Al igual que otros países de Sudamérica, Venezuela cuenta con cinco especies de cocodrilianos, dos de la familia Crocodylidae (*Crocodylus acutus* y *C. intermedius*) y tres de la familia Aligatoridae (*Caiman crocodilus* con 2 subespecies *C. c. crocodilus* y *C. c. fuscus*, *Paleosuchus palpebrosus* y *P. trigonatus*). Esto ha dificultado mucho la toma de decisiones para la implementación de programas de manejo y uso sustentable, pues en particular las dos especies de *Crocodylus* están consideradas como en peligro de extinción y vulnerables respectivamente, en la Lista Roja de la UICN y ambas están en el Apéndice I de la CITES. Un programa adecuado para cubrir las necesidades del país requirió de un acercamiento

to diferente considerando las carencias de los pobladores, la preocupación por la conservación de los hábitats, dificultad de aplicación en la práctica, las limitantes en la implementación de las regulaciones y la aplicación de las leyes (Velasco y Blanco 1996).

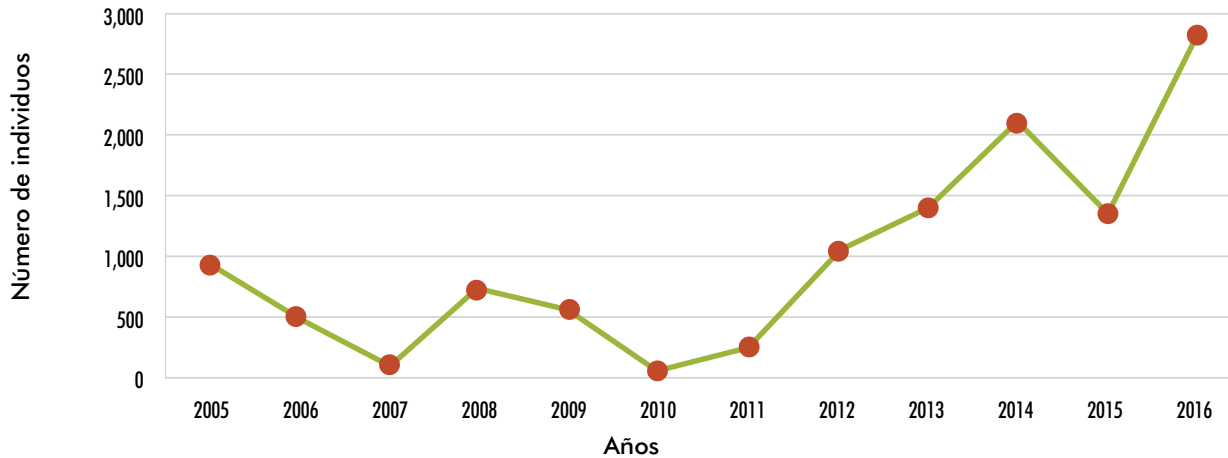
En la década de los ochenta se realizaron estudios y monitoreos de las poblaciones de *Caiman crocodilus* para determinar su abundancia y presencia. En 1982 el equipo del Servicio Nacional de Vida Silvestre contó 44 797 ejemplares en 16 ranchos con una extensión de 2 338 km<sup>2</sup> y se inició un programa experimental de cosecha comercial de *Caiman c. crocodilus*, se estabilizaron las cuotas con base en los monitoreos realizados, se definieron las tallas mínimas y se establecieron las áreas de aprovechamiento extractivo concluyendo que después de décadas de extracción de miles de ejemplares, las poblaciones silvestres de *Caiman c. crocodilus* se habían mantenido (Gorzula 1987).

Históricamente, Venezuela ha sido el principal comercializador de esta subespecie; entre 2004 y 2006 se exportaron más de 60 mil pieles anualmente, pero entre 2007 y 2010 las exportaciones disminuyeron dramáticamente por debajo de la tercera parte de lo que se venía exportando. En 2011 se exportaron 27 811 pieles, debido a factores externos y políticos, más que por un descenso en las poblaciones silvestres (Webb 2014).

## 7 COMERCIO INTERNACIONAL DE COCODRILIANOS EN MÉXICO Y EL MUNDO

En 1960 se tuvieron las primeras discusiones sobre tráfico ilegal de fauna silvestre en la 7ª Asamblea General (GA) de la UICN. En la década de los sesenta se comercializaban anualmente entre 6 y 8 millones de pieles de cocodrilos, que en su mayoría eran ilegales o sin regulación. En el año de 1973, se firmó por 21 países el acuerdo de la CITES (Jelden *et al.* 2014). México se adhirió oficialmente a la Convención en 1991.

Con estas regulaciones y control en el comercio de las pieles de cocodrilos, muchos países en el mundo, incluyendo México, tuvieron que adoptar medidas para la protección de sus especies (Jelden *et al.* 2014). En un principio dichas medidas se enfocaban en restringir el aprovechamiento y en acciones



**Figura 3.** Exportaciones de individuos de *C. moreletii* a nivel mundial considerando pieles, ejemplares vivos y cráneos en el periodo 2005-2017. Fuente: información de la base de datos de PNUMA-CMCA 2016 y de la DGVS (2017). Los datos del 2016 solamente incluyen información de México, pues en la base de datos de la PNUMA-CMCA aún no se reportan datos para dicho año.

de conservación, pero continuó un comercio ilegal que derivó en la búsqueda de otras alternativas, como el aprovechamiento sustentable (Casas-Andreu y Guzmán Arroyo 1970).

Hasta el 2016, los mercados nacionales e internacionales continúan demandando pieles de caimanes y cocodrilos. De acuerdo con el reporte presentado en la 23<sup>a</sup> Reunión del CSG-IUCN en Louisiana, EUA (mayo 2014), Caldwell (2015) señala las tendencias de las distintas especies involucradas en el comercio desde 2004, haciendo énfasis en los años 2011 a 2013 tiempo en el cual obtuvo datos más completos. Confirmó que en 2011 los países miembros de CITES reportaron la exportación y comercialización de 1 330 166 pieles en el mundo de las cuales 602 317 fueron pieles clásicas (cocodrilos) y 727 849 fueron de las especies de caimán (no clásicas). El 2006 fue el año con mayor venta de pieles, ya que se comercializaron 1 803 257 disminuyendo en los tres años siguientes a causa de fenómenos naturales.

A partir de 2009, el comercio de piel se ha incrementado año tras año, alcanzando un valor similar al de 2006 con un pico de casi 1.9 millones de pieles en 2013. En total, se comercializaron más de 4.6 millones de pieles de cocodrilos durante el periodo 2011-2013. Este mismo autor señala que el comercio de animales vivos y carne de *Crocodylus siamensis*, es empleado de forma intensa en el Lejano Oriente; la especie se cría en cautividad en Camboya, Tailandia y Vietnam, y se exportan ejemplares

en grandes cantidades a China y Hong Kong. En el periodo 2011-2013, más de 61 mil ejemplares de *C. siamensis* vivos estuvieron involucrados en este comercio. Generalmente, para los cocodrilos las principales especies que se comercializaron en el periodo 2011-2013 fueron *C. niloticus* y *C. siamensis*. La derrama económica durante este periodo fue multimillonaria.

A partir de los datos de comercio internacional de *C. moreletii* disponibles en la base de datos del PNUMA-CMCM para el periodo 2005-2014 y registros de exportaciones de la Autoridad Administrativa CITES de México (DGVS-SEMARNAT) para el periodo del 2006-2016, un total de 10 475 pieles y 19 777 productos de piel pequeños, así como 255 individuos vivos, han sido autorizados para exportación en los últimos 10 años, primordialmente desde México (figura 3). De acuerdo con los registros de verificación de la PROFEPA (Autoridad CITES de aplicación de la ley en México), del 2006 al 2016, 12 464 productos de piel pequeños, 4 526 pieles y 10 individuos vivos fueron efectivamente exportados desde México (cuadro 2). Cabe destacar, que con frecuencia, solo una porción de los permisos de exportación que se tramitan ante la DGVS-SEMARNAT son efectivamente utilizados.

Los principales países importadores de ejemplares, partes y derivados de *C. moreletii* son: Estados Unidos de América, Francia, Japón, Italia,



**Cuadro 2.** Exportaciones de especímenes de *Crocodylus moreletii* desde México en el periodo 2005-2015.

Tipo de producto	Cantidad exportada	Principales países importadores*	Origen**	Propósito**
Productos de piel pequeños	15 699	US, HN, JP, IT	D, C, O, P	T
Pieles	7 708	US, GT	D, C	T, S
Vivos	243	FR, JP, KR, RU, US	D, C	T
Especímenes	195	US	W, O, C	S
Dientes	10	AN, DE	O	Q
Cuerpos	1	US	C	P
Trozos de piel	1	US	C	T

\*US, Estados Unidos de América; HN, Honduras; JP, Japón; IT, Italia; GT, Guatemala; FR, Francia; KR, Corea; RU, Rusia, AN, Países Bajos; DE, Alemania.

\*\* Basado en los códigos estandarizados de comercio de la CITES. D, Criado en cautiverio en establecimiento registrado ante la CITES; C, Criado en cautiverio; W, ejemplar de vida libre; O, ejemplar preconvención; P, artículo personal; T, fines comerciales; S, fines científicos; Q, circos.

Fuente: información de la base de datos de PNUMA-WCMC 2016 y DGVS-SEMARAT 2017

Corea, Rusia, Honduras, Guatemala, Países Bajos y Alemania. Asimismo, el origen de la mayoría de los especímenes en comercio es la cría en cautiverio (códigos **C** y **D**), y se han registrado 195 especímenes silvestres movilizados con fines científicos (muestras biológicas); así, es claro que el principal propósito de las transacciones fue comercial.

Las exportaciones de pieles de México han ido en incremento desde el 2011 (184 pieles) hasta alcanzar un máximo de 2 767 en 2016. El principal importador de pieles fue Francia en 2013, con cantidades menores exportadas a Alemania, Italia y Japón. México reportó en 2012 tres envíos de animales vivos (30, 75 y 75 individuos) criados en cautividad hacia los Estados Unidos de América, país que a su vez reportó la importación de sólo 30 animales. Ambos países informaron que el propósito de la operación fue comercial. No se reportaron transacciones en 2013 (Caldwell 2015).

A partir de 2012, la UMA “Punta del Este” (registro: SEMARNAT UMA IN-0001 1-CAMP, representada por Cocodrilos Maya) inició sus exportaciones enviando a Francia y Tailandia un total de 792 pieles, y a partir del año 2013 y hasta 2015 suman en su totalidad 3 846 pieles saladas (Juan Carlos Cremieux Grimaldi com. pers.).

En la actualidad México exporta aproximadamente 0.2% de las pieles clásicas, es decir, en 2014 y 2015 se incorporaron al mercado internacional 2 054 pieles crudas saladas de *Crocodylus moreletii*.

La piel del cocodrilo de pantano es considerada como una de las mejores pieles del mundo comparada en diseño, durabilidad, elasticidad y flexibilidad con la piel del cocodrilo de agua salada (*Crocodylus porosus*) del Indopacífico; esta es la piel de elección y preferencia de las principales casas de moda por el patrón y tamaño pequeño de las escamas del vientre y la ausencia de depósitos de hueso en las escamas ventrales (Webb 2014). El potencial para la venta de pieles de primera calidad de *Crocodylus moreletii* es muy alta, pero requiere de un fuerte incentivo y apoyos de parte de todos los actores relacionados con la conservación y la cadena productiva.

## 8 PROYECTO PILOTO SOBRE SUSTENTABILIDAD, SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y TRAZABILIDAD DE PIELES DE COCODRILO DE PANTANO EN MÉXICO

Desde 2013 el gobierno mexicano, a través de las tres autoridades CITES (CONABIO, DGVS, PROFEPA) está desarrollando en colaboración con la Responsable



Ecosystems Sourcing Platform (RESP) el Proyecto piloto sobre sustentabilidad, sistemas de producción y trazabilidad de pieles de *C. moreletii* en México en algunos sitios del país para iniciar actividades sustentables de rancheo con las comunidades locales, en conjunto con los criaderos y otros actores de la cadena productiva.

El objetivo general del proyecto es establecer un sistema integrado de producción de pieles de *C. moreletii* de alta calidad, basado en su conservación y la de su hábitat, así como en el uso sustentable, legal, trazable, y con reparto justo y equitativo de los beneficios derivados entre todos los actores de la cadena productiva, particularmente las comunidades locales.

Lo anterior se plantea bajo un esquema similar al consentimiento informado previo (PIC, por sus siglas en inglés) y términos mutuamente acordados (MAT, por sus siglas en inglés) entre los diferentes actores, y con el respaldo de un sistema de trazabilidad, complementario a las disposiciones de la CITES, que asegure la legal procedencia y origen sustentable de las pieles. Los seis objetivos específicos del proyecto se agrupan en tres líneas de trabajo:

### I. Sistemas de producción sustentables

- ⊙ Implementar protocolos y planes de manejo que consideren la conservación, el monitoreo y manejo de las poblaciones de cocodrilo y su hábitat, y la estimación de tasas de aprovechamiento sustentables/NDF para las poblaciones bajo rancheo.
- ⊙ Promover la participación directa de las comunidades en la producción nacional, generando beneficios económicos, incentivos de mercado para la conservación y oportunidades socio-económicas para mejorar sus medios de subsistencia.
- ⊙ Desarrollar estándares voluntarios para la industria que aseguren su involucramiento activo en la conservación de la especie y su hábitat y el apoyo a los medios de subsistencia.
- ⊙ Desarrollar estándares, lineamientos y manuales de buenas prácticas de manejo derivados de la experiencia del proyecto piloto que sean aplicables en otros países.

### II. Trazabilidad

- ⊙ Desarrollar un sistema de trazabilidad práctico y rentable para el comercio de pieles de *C. moreletii* que incremente la confianza sobre su legalidad y sustentabilidad entre los actores de la cadena productiva.

### III. Difusión

- ⊙ Desarrollar herramientas de comunicación dirigidas a las comunidades, tomadores de decisiones y la industria, para difundir la importancia y resultados del proyecto a nivel nacional e internacional y promover la cooperación entre países, enfocadas a incrementar la conciencia sobre el manejo sustentable, el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas, y el apoyo a la toma de decisiones.

Inicialmente, el proyecto se implementará en algunos sitios piloto donde: a) existan poblaciones robustas de *C. moreletii* y presencia de nidos; b) las comunidades locales estén interesadas en realizar actividades de rancheo mediante recolecta de nidos e incubación de huevos hasta la obtención de crías; y c) los criaderos se comprometan a comprar las crías a las comunidades. Conforme el proyecto vaya avanzando y se identifiquen sitios potenciales, éstos se incorporarán a las actividades.

Asimismo, se estableció un Comité Coordinador Nacional para el seguimiento a la implementación del proyecto, conformado por representantes de los diferentes sectores involucrados en el proyecto (comunidades, criaderos, comercializadores, academia, autoridades).

Las actividades de rancheo, monitoreo y manejo estarán respaldadas por el presente Protocolo, que deberá implementarse por las propias comunidades con el fin de obtener información detallada y estandarizada sobre poblaciones, nidos y huevos, a partir de la cual se estimarán las tasas de aprovechamiento sustentables para rancheo. Además, el Protocolo servirá como base para orientar las actividades de extracción de nidos e incubación de huevos y para la obtención de crías para venta por parte de las comunidades. Con ello, se busca brindar beneficios a la especie, su hábitat y a las comunidades humanas.





CAPÍTULO III  
Monitoreo  
poblacional  
como base para  
el rancheo

# Monitoreo poblacional como base para el rancheo

Mauricio González Jáuregui<sup>1</sup>, Marco A. López Luna<sup>2</sup>, Sergio E. Padilla<sup>3</sup> y Gabriel Barrios Quiroz<sup>4</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento sustentable, mediante la explotación racional de los recursos naturales es el único camino para promover la conservación de la naturaleza y satisfacer las necesidades básicas de las comunidades que dependen de ellos. El esquema de rancheo o aprovechamiento de una fracción de la población en sus primeras etapas de vida es una estrategia acorde con los fines antes mencionados, que de otra manera se perdería por la tasa de mortalidad natural.

Para poder realizar un aprovechamiento sustentable, es necesario conocer cuáles son los valores de los parámetros que caracterizan a la población objetivo a través de muestreos y establecer las tasas de aprovechamiento adecuadas. Para ello, se requiere evaluar periódicamente estos parámetros poblacionales o indicadores de cambio, mediante un programa de monitoreo permanente que permita, ya en situación de rancheo, identificar efectos negativos en la población o si es posible incrementar la fracción que se está aprovechando y realizar los ajustes necesarios en cada temporada. Así, es posible garantizar el bienestar y la permanencia de la población en el sitio (Ross y Godshalk 1997). Todo lo cual debe ubicarse en un esquema bien integrado de manejo adaptable, comúnmente referido como manejo adaptativo.

El monitoreo es el procedimiento mediante el cual se pueden evaluar los cambios en una población, los cuales consisten en recolectar, analizar y contrastar la información en el tiempo para hacer un seguimiento de los cambios en la población, positivos o negativos. Es importante remarcar que no necesariamente las tendencias observadas pueden atribuirse directamente a los efectos del manejo en una relación de causa-efecto. De hecho, esas re-

laciones son una de las cosas más difíciles de probar en el ámbito del manejo de vida silvestre (Óscar Sánchez-Herrera com. pers.). Sin embargo, el uso de estos indicadores permite conocer las tendencias generales de las variables poblacionales, siendo herramientas que permiten tomar decisiones de manejo eficaces y eficientes.

Por otra parte, La Ley General de Vida Silvestre en su artículo 84 entre otros puntos, menciona que para llevar a cabo el aprovechamiento extractivo y obtener la autorización, el interesado debe demostrar que: 1. Las tasas solicitadas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre; 2. El aprovechamiento no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones y no modificará el ciclo de vida del ejemplar, en el caso de aprovechamiento de partes de ejemplares; y 3. El aprovechamiento, no tendrá efectos negativos sobre las poblaciones, ni existirá manipulación que dañe permanentemente al ejemplar, en el caso de derivados de ejemplares. Por lo anterior, conocer la población y monitorear sus cambios en el tiempo permitirá obtener datos que respalden las autorizaciones necesarias para realizar el aprovechamiento en cada temporada.

El Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México cuenta con un manual de procedimientos (Sánchez-Herrera *et al.* 2011) en el que se describen los cuatro métodos recomendados para el seguimiento del estado y tendencia de las poblaciones de la especie a escala nacional:

- ⊙ Detección visual nocturna (DVN)
- ⊙ Marcaje y recaptura de ejemplares (MRE)
- ⊙ Ubicación y seguimiento de nidos (USN; véase capítulo IV)
- ⊙ Evaluación y monitoreo del hábitat (EMH; véase capítulo V)

<sup>1</sup>Instituto de Ecología A.C., [mauglezj@gmail.com](mailto:mauglezj@gmail.com); <sup>2</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, [marco.lopez@ujat.mx](mailto:marco.lopez@ujat.mx);

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Campeche, [sepadill@uacam.mx](mailto:sepadill@uacam.mx); <sup>4</sup>Centro de Investigación y Experimentación de Alternativas Agroecológicas CIEA S.C., [barriosg910@gmail.com](mailto:barriosg910@gmail.com)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

**Figura 4.** Visualización de los métodos utilizados: a y b) DVN, c y d) MRE, e) USN y f) EMH. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz (a, c, e, f), Cesar Cedillo Leal (b) y Mauricio González Jáuregui (d).

Sin embargo, el método de monitoreo debe adecuarse a la escala geográfica del proyecto de interés (Óscar. Sánchez-Herrera com. pers.). Particularmente, para realizar el aprovechamiento de la especie (p.e. a través de UMA o PF) se requiere implementar estos métodos a escala local, con el objetivo de contar con indicadores sensibles a los

cambios que permitan evaluar el efecto del aprovechamiento y ajustar las medidas de manejo.

En éste y los siguientes capítulos se describirán los cuatro métodos y sus adaptaciones para dar seguimiento y garantizar el **aprovechamiento sustentable** por ranqueo de *C. moreletii* a escala local (figura 4).

## 2 MÉTODOS DE MONITOREO POBLACIONAL

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



### Sección Información del Sitio/Capturar trazo del sitio (lat, long)

- Transectos (tracks) de las rutas de muestreo

### Sección Monitoreo en Vida Libre/Captura y Edición (EMH, DVN, MRE, USN)

- Información del muestreo del DVN (anexo 1)
- Información del muestreo del MRE (anexo 1)

Los muestreos para la adquisición de la información de los indicadores de cambio para realizar el monitoreo de la población sujeta al aprovechamiento, se realizarán conforme a los métodos DVN, MRE y USN del manual de procedimientos del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). El DVN y el USN son los métodos clave para evaluar la tendencia de la población sujeta al aprovechamiento.

A continuación se describen brevemente los métodos DVN y MRE, y en el capítulo IV se detalla el método USN, con las respectivas adaptaciones para implementación a escala local. En el caso de DVN y MRE, dichas adecuaciones consisten principalmente registrar crías y neonatos durante el recorrido DVN y posteriormente su captura/marcaje durante el MRE, así como indicar el número de registro de la UMA o predio federal (PF).

Cada UMA o PF interesados en el aprovechamiento sustentable, deberá definir los transectos (*tracks*) de las rutas y sitios sobre las cuales realizarán los recorridos para aplicar los distintos métodos. Para el caso de los sitios piloto exclusivamente CONABIO los dará de alta en la base de datos del Programa de monitoreo de *C. moreletii* y asignará las claves de ruta y sitio correspondientes para su seguimiento en dicho programa.

### DetECCIÓN VISUAL NOCTURNA (DVN)

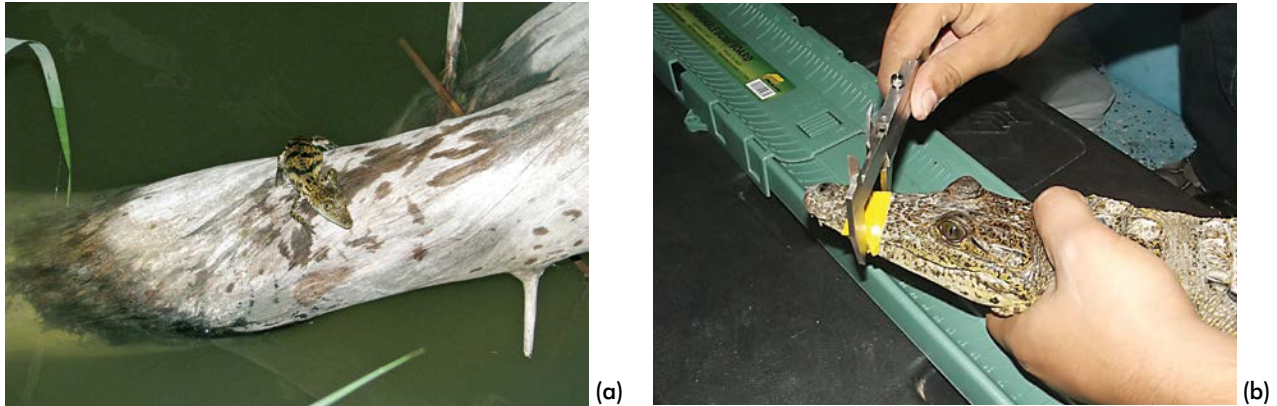
La detección visual nocturna (DVN) es quizá el método más ampliamente difundido, es muy útil para estimar parámetros relacionados con el ta-

maño y estructura de la población. Esta técnica consiste en términos generales en la búsqueda intensiva de cocodrilos, siguiendo en una ruta de longitud previamente determinada, a través de recorridos en una embarcación (de remos o a motor, dependiendo de la longitud del cuerpo de agua) con un observador en la proa que ilumina buscando el reflejo de la luz en el *tape-tum lucidum* de los ojos de los cocodrilos. La información detallada del método se encuentra en el manual de procedimientos del Programa de monitoreo del cocodrilo de Pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Los formatos para capturar la información de campo con las adecuaciones necesarias para su aplicación con fines de rancheo están a disposición en el anexo 1. Se deben realizar recorridos en cada cuerpo de agua que se encuentre dentro de la UMA o PF en los que se pretenda realizar el rancheo.

### Marca y recaptura de ejemplares (MRE)

La técnica de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE) es una técnica complementaria al DVN y permite la obtención de información a un nivel de mayor detalle, pero en menor cantidad. La técnica en general consiste en la captura momentánea, medición, marcaje, liberación y posterior recaptura de individuos. A diferencia de la DVN, la técnica MRE requiere la manipulación de individuos de todas las tallas. Una vez capturado un ejemplar, debe medirse de acuerdo con el manual de monitoreo de Sánchez-Herrera *et al.* (2011) que incluye las mediciones indispensables como son: determinar el sexo del ejemplar, medidas de talla longitudinal (largo total, largo hocico-cloaca, largo del cráneo, etc.) y medidas de masa corporal (peso) entre otras. Es de vital importancia marcar individualmente y de forma permanente a los ejemplares capturados para que estos puedan ser identificados en posteriores recapturas.

A diferencia del monitoreo a gran escala, en un proyecto local los neonatos también deben de ser incluidos en el marcaje, para su posterior recaptura y estimación de tasas de mortalidad y sobrevivencia en el medio silvestre. La captura y marca de ejemplares en el MRE implica perturbación momentánea del entorno al manipular los animales, por ello, sólo debe practicarse después de haber realizado el monitoreo mediante DVN (Óscar Sánchez-Herrera com. pers.).



**Figura 5.** Monitoreo del año uno DVN (a) y MRE (b) como base para obtener indicadores. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz (a) y Cesar Cedillo Leal (b).

Se puede encontrar la descripción detallada de la técnica de MRE en el manual del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Los formatos para capturar la información de campo para esta actividad con las adecuaciones necesarias para su aplicación con fines de ranqueo se encuentran en el anexo 1.

Por otra parte, debido a que cada UMA o PF a aprovechar es único y con características propias, no se puede hablar en números absolutos de la cantidad de adultos, parejas, juveniles, crías, nidos o cualquier otro parámetro para determinar que la población está sana o estable. Por ello, se requiere un primer muestreo (monitoreo del año uno) para sentar la línea base de información específica de la población a aprovechar; y su bienestar o deterioro se determinará a través del análisis de las tendencias de los indicadores generados (claves y adicionales) a partir de los datos obtenidos de los recorridos de DVN, MRE y USN (figura 5).

A partir de los datos obtenidos con los muestreos de DVN, MRE y USN se estimarán los siguientes parámetros como indicadores de la situación de la población.

### 3 INDICADORES DE CAMBIO

Un indicador se define como una característica específica y cuantitativa que puede utilizarse para mostrar los cambios en un sistema. En el caso de poblaciones biológicas son variables sensibles a los cambios en la dinámica y tamaño poblacional que permiten, mediante una evaluación rápida, detec-

tar tendencias en la población sujeta a aprovechamiento. Por lo tanto, los indicadores seleccionados deben permitir identificar cualquier variación significativa en la población, de manera oportuna, para modificar en consecuencia las tasas de aprovechamiento, maximizar su uso sustentable y evitar un daño en la misma.

Como se indicó anteriormente, para realizar el análisis de los indicadores es necesario contar con una línea base de información (monitoreo del año uno) previo al inicio del aprovechamiento, y afinarla con los resultados de los muestreos DVN, MRE y USN de los años siguientes para analizar las tendencias de los indicadores y de esta forma inferir el posible impacto (positivo, neutro o negativo) que tiene el aprovechamiento extractivo que se realiza sobre la población (cuadro 3).

En el presente Protocolo se proponen dos grupos de indicadores;

- ⊙ **Indicadores clave:** que son los indicadores que permitirán a las autoridades evaluar el impacto del aprovechamiento sobre la población local y tomar decisiones sobre las tasas de aprovechamiento; y
- ⊙ **Indicadores adicionales:** son un grupo de herramientas accesorias que le proporcionan información al responsable técnico sobre el comportamiento de la población, para implementar medidas de manejo preventivas y correctivas que promuevan el mantenimiento de las variables ambientales e incluso el incremento en el tamaño poblacional.



**Cuadro 3.** Indicadores de cambio en la población que se han seleccionado para este caso.

Indicador de cambio (Parámetros)		Variables del indicador (Se subrayan los indicadores clave)	Método de monitoreo
a)	Fertilidad de la población	1. <u>Número de nidos</u> 2. Número de huevos por nido 3. Proporción de huevos viables o fértiles	USN
b)	Tamaño de la población	4. <u>Tasa de encuentro (TE)</u> ⊙ Número de cocodrilos avistados ⊙ Longitud del transecto o ruta	DVN
c)	Estructura de la población	5. Frecuencia por clase de talla 6. Proporción sexual 7. Pirámide poblacional ⊙ Para las tres variables se emplea el número de cocodrilos observados/capturados por cada clase de edad (separado por sexo)	DVN y MRE
d)	Proporción de hembras reproductoras (HR)	8. Hembras totales 9. Hembras reproductoras ⊙ Número de hembras clases IV y V registradas	USN y MRE
e)	Sobrevivencia de neonatos al primer año de vida	10. Tasa de mortalidad ⊙ Cambio en el número anual de neonatos registrados en la temporada de lluvias	DVN

El muestreo de los indicadores mediante detección visual nocturna (DVN), marcaje y recaptura de ejemplares (MRE) y ubicación y seguimiento de nidos (USN) debe realizarse cada año. El DVN en septiembre durante la temporada post eclosión y en conjunto con la evaluación y monitoreo de hábitat (EMH; véase capítulo V); mientras que el USN se realizará en julio, previo a la eclosión. Lo anterior con el objeto de reducir la variación debida a los cambios de estaciones climáticas en el sitio.

A continuación se presenta una descripción sobre cómo estimar y analizar cada indicador:

### Fertilidad de la población

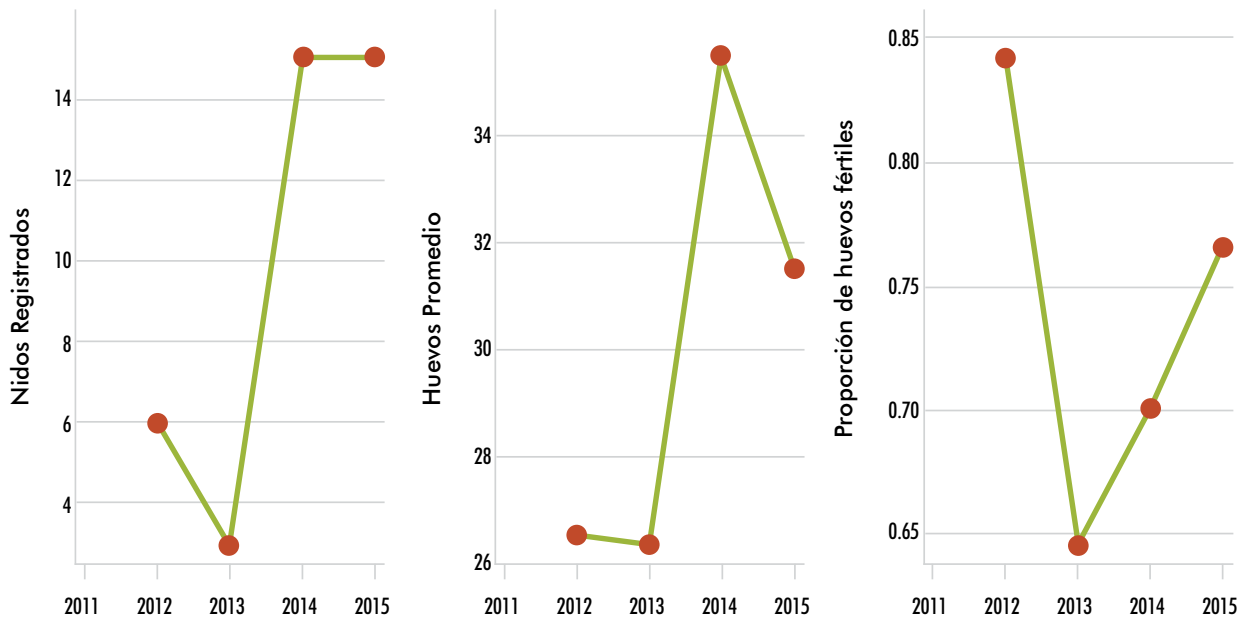
El número de nidos, número de huevos por nido y porcentaje de viabilidad, son indicadores directos de la fertilidad de la población. Una población con valores altos de fertilidad, estará en mejores condiciones de sobreponerse a un impacto natural o antropogénico (es decir, tendrá mayor resiliencia); mientras que una población con baja

fertilidad es más susceptible a los impactos, por lo que su capacidad de recuperación es menor (menor resiliencia).

La profundidad del cuerpo de agua, la disponibilidad de hábitat para anidación y el material disponible para construir el nido entre otros factores, afectan la fertilidad, por lo que cada sitio y cada temporada presentan valores de fertilidad específicos en función de las variaciones de estos factores (figura 6).

El **número de nidos** en la población es un **indicador clave** a evaluar para determinar el estado de la población y su potencial de aprovechamiento. Los criterios para dicha evaluación se mencionan en el capítulo VI, en *¿Cómo es la interacción entre el hábitat utilizado por los cocodrilos y el manejo de la UMA o predio federal?*

Por otra parte, la fertilidad puede aportar información complementaria toda vez que se considera que las condiciones ambientales son dinámicas en el tiempo y los valores de fertilidad no son estáticos.



**Figura 6.** Ejemplo de seguimiento de los indicadores de fertilidad. Cuando los indicadores de fertilidad tienden a disminuir, se deben tomar medidas de manejo de hábitat (mejorar o incrementar sitios de anidación) o manejo de la población (recambio de reproductores) para evitar el colapso de la población. Fuente: datos hipotéticos.



(a)

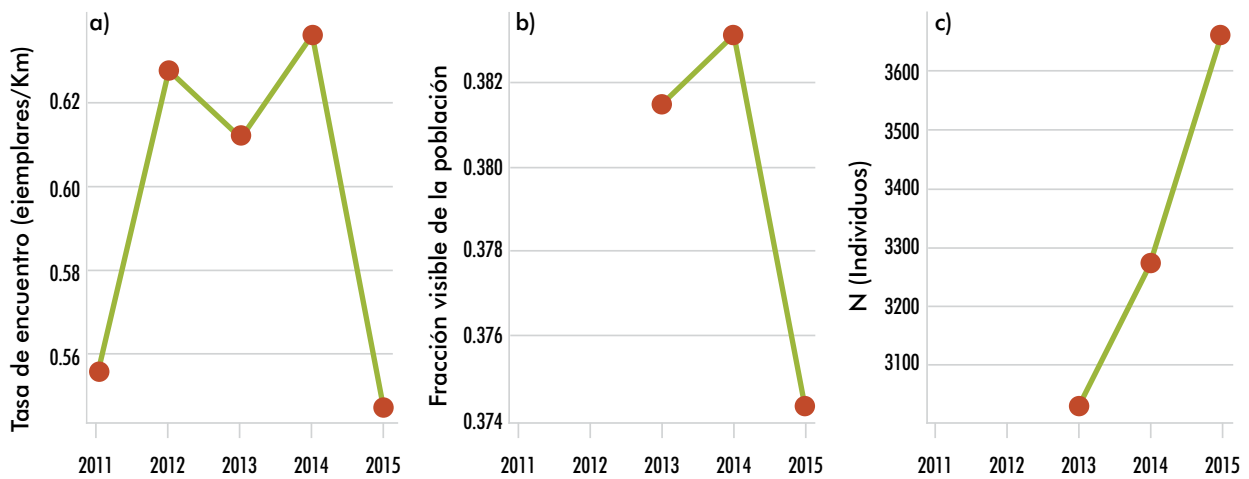


(b)

**Figura 7.** Nido (a) y huevos fértiles (b) de *Crocodylus moreletii*. Fotos: Mauricio Gonzales Jáuregui.

Asimismo, el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 94, párrafo segundo dice que “Las autorizaciones de aprovechamiento extractivo tendrán una vigencia de ciento ochenta días naturales a partir de la fecha de expedición; en el caso de autorizaciones de aprovechamiento extractivo de

temporalidad, la vigencia estará ligada a la temporalidad de la especie...” por lo que la tasa de aprovechamiento tendrá que ser estimada y solicitada su autorización con datos del monitoreo de las temporadas anteriores y con tiempo suficiente (al menos 30 días hábiles previo al aprovechamiento; figura 7).



**Figura 8.** Ejemplo de seguimiento de los indicadores de tamaño de la población (a) tasa de encuentro: si el esfuerzo de muestreo es constante (mismo observador, mismo recorrido, misma hora), la tasa de encuentro variará proporcionalmente a la variación del tamaño real de la población, por lo que un decremento en la tasa de encuentro, puede considerarse un reflejo de un decremento en el tamaño de la población. Se muestra también una estimación de la fracción visible (b) y del número total de individuos (c). Fuente: datos hipotéticos.

### Tamaño de la población (tasa de encuentro, TE)

La densidad de la población es una estimación o indicador del tamaño poblacional, la cual consiste en una medición relativa del número de ejemplares por unidad de área o espacio. La **tasa de encuentro (TE; indicador clave)** es utilizada ampliamente a nivel mundial y se explica por Sigler y colaboradores en el manual del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Este indicador puede ser una medida indirecta de la densidad poblacional y por tanto del tamaño de la población (figura 8a). La TE en recorrido lineal se ha empleado debido a la dificultad práctica de mantener una cuenta sistemática de individuos avistados, con referencia al área de un cuerpo de agua. La TE se define como un cociente:

$$TE = \frac{n}{D}$$

Donde:

- n** = número de cocodrilos avistados en el recorrido de DVN
- D** = distancia recorrida en km lineales en ese recorrido DVN

Los criterios para integrar la evaluación de este **indicador clave** en la tasa de aprovechamiento se mencionan en el capítulo VI, en ¿Cómo es

la interacción entre el hábitat utilizado por los cocodrilos y el manejo de la UMA o predio federal?

### Estructura de tallas

Conocer la estructura de la población (cómo se distribuyen los ejemplares de una población en función de sus tallas y sexo) y sus variaciones en el tiempo, nos permite tomar decisiones y aplicar medidas correctivas y preventivas adecuadas en el caso de presentarse algún impacto negativo en la población, ya que se conocería específicamente el grupo de edad y sexo que está siendo afectado. El primer componente es la estructura por tallas.

Una pirámide poblacional se construye realizando histogramas de frecuencias y estableciendo la proporción de la población que constituye cada clase de talla, en este caso las previstas en el manual del Programa de monitoreo (cuadro 4), a través de la información generada por DVN ajustándola y confirmando mediante la captura de ejemplares por el método de captura-recaptura (MRE), estableciendo la pirámide poblacional real. Este enfoque dual permite aproximarse mejor a la estructura real de esta forma se podrá establecer de manera más precisa la relación entre las clases de tallas observadas y capturadas para corroborar si las observaciones de clases de talla durante el DVN han sido las correctas; aunque esto también dependerá de la experiencia del observador.



Para el caso práctico de programas de rancheo, se construirá una pirámide basada en las clases de talla del cuadro 4.

**Cuadro 4.** Clases de tallas específicas para *C. moreletii*.

Clase de talla		Intervalo de talla (cm; lt)
I	Crías	30 a 50*
II	Juvenil	51 a 100
III	Subadulto	101 a 150
IV	Adulto	151 a 200
V	Adultos grandes	≥ 201

\*En la estructura del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano, de amplia escala geográfica no se considera a los neonatos, por su alta tasa de mortalidad natural (90%; Ojasti 2000, Bonilla 2002). En cambio, a escala local y en el caso de potencial aprovechamiento mediante rancheo constituyen un grupo importante, ya que indica que existe actividad reproductiva de la población de cocodrilos. Fuente: tomado de Sánchez-Herrera et al. 2011.

Si bien, la abundancia (TE) es dinámica y presenta variaciones cíclicas en el tiempo, la estructura de las poblaciones silvestres sin problemas en su estado de conservación, tiende a ser relativamente constante en el tiempo (véase figura 2 en el capítulo II), por lo que el monitoreo de la estructura de la población (pirámide poblacional), resulta de gran utilidad para detectar cambios que puedan representar un riesgo para la misma.

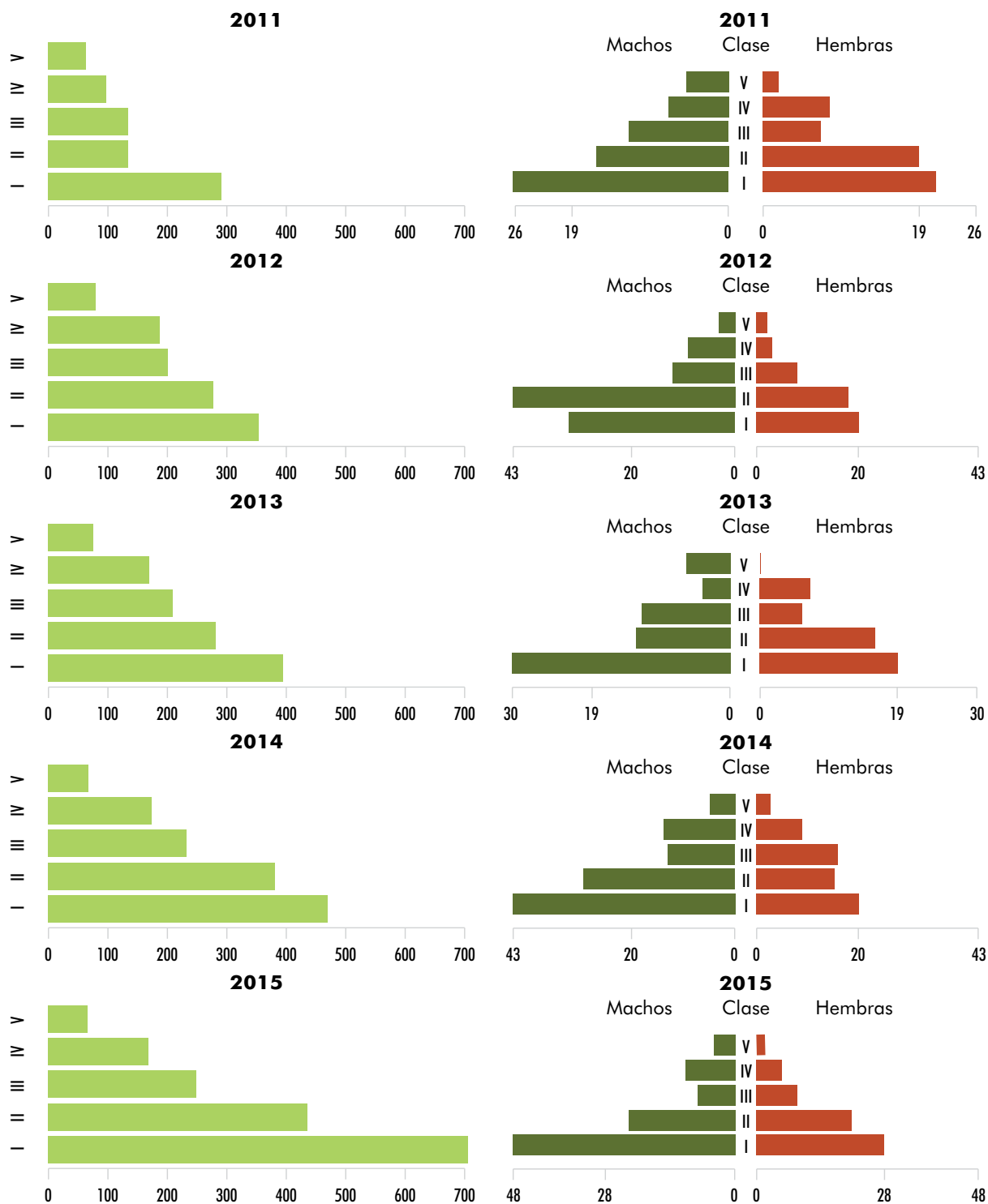
Junto con la información sobre la proporción sexual (véase *Proporción de sexos*), la estructura poblacional permite el conocimiento directo y preciso de fenómenos demográficos como son: el envejecimiento poblacional, el equilibrio o no entre sexos y prever los efectos negativos que pueda sufrir la población de estudio; además de que facilita la comparación con otras poblaciones. En el caso de los cocodrilos Merediz (1999) señaló que una estructura poblacional sana se caracteriza por presentar gran cantidad de crías y en orden descendente, juveniles, subadultos y adultos. Estructuras similares se han reportado para *Caiman yacaré*, *Caiman c. crocodylus* y *Crocodylus porosus* (Outbater y Nanhoe 1989, Campos et al. 1994, Stuebing et al. 1994, Sánchez-Herrera et al. 2012, 2015), mientras que para la proporción sexual (al menos en la población general) Ramos-Targarona (2013) señala

la que en *C. rhombifer* una relación 1:1 macho/hembra permite que la población se mantenga estable.

Como se menciona en el apartado anterior, conocer la estructura de la población nos permite tomar medidas preventivas y correctivas puntuales sobre el grupo de talla/sexo en el que sean más eficientes y tengan los mejores y más rápidos resultados. Por ejemplo: a) reducción de la tasa de aprovechamiento y manejo de hábitat para promover la anidación (cuidando en todo momento no alterar significativamente el hábitat disponible para otras especies) si se registra una disminución, en las clases I y II, sin importar el sexo; b) liberación de juveniles si el decremento esta principalmente en las clases II y III; c) mejoramiento del hábitat, liberación de juveniles y reducción de la tasa de aprovechamiento si la reducción en el tamaño de la población se presenta principalmente en las hembras de las clases IV y V; d) no introducir adultos machos (clases VI y V), si existen ya machos adultos al menos clase IV en la población.

La distribución talla/sexo puede estar regulada por una gran cantidad de factores, entre lo que destacan tres principales. Primero, podría existir una diferencia en la selección de hábitat por parte de machos y hembras (Thorbjarnarson 1997, Escobedo-Galván 2008,). Segundo, la proporción de sexos puede estar dada directamente por la temperatura de incubación en respuesta a condiciones externas como son fluctuación de temperatura y lluvias, debido a que los cocodrilos son especies sexo-dependiente de la temperatura de incubación (Piña et al. 2003, Escobedo-Galván 2012). Tercero, la cacería furtiva es uno de los factores que puede afectar la proporción de sexos en los adultos ya que se prefiere cazar ejemplares de gran tamaño que son generalmente machos (Crawshaw 1990, Rebelo et al. 1997).

Lo anterior implica que cada UMA o PF que realice aprovechamiento, tendrá una estructura poblacional y una dinámica particular, que debe ser monitoreada para determinar su estabilidad a través del tiempo y poder tomar decisiones para aprovecharla mediante el rancheo de nidos de vida silvestre sin afectar la viabilidad de la población (figura 9).



**Figura 9.** Ejemplo de seguimiento de los indicadores de la estructura de la población. A la izquierda, estructura por clase de edad a partir de los datos recopilados mediante el DVN. A la derecha, estructura de la población por clase de talla y sexo a partir de los datos recopilados del método MRE. Nótese que en las pirámides de la izquierda se puede conocer de forma general la distribución de los ejemplares por grupo de talla, pero en las pirámides de la derecha, el nivel de detalle es mayor. Conocer la distribución de los ejemplares en función del grupo de edad y sexo permite tomar decisiones en caso de presentarse una disminución en el tamaño de la población, ya que se conoce que grupo de talla/sexo es el que está resultando con mayor impacto. Fuente: basado en Sánchez-Herrera *et al.* 2012, 2015; Rivera-Télez *et al.* 2017.



Foto: Eduardo Lugo Cabrera/Banco de Imágenes CONABIO.

### Proporción de sexos

En general, las diferencias en la proporción de sexos pueden estar asociadas a tres factores principales:

- 1 Podría existir una diferencia en la selección de hábitat por parte de machos y hembras (Thorbjarnarson 1997, Escobedo-Galván 2008).
- 2 La proporción de sexos puede estar influenciada directamente por la temperatura de incubación en respuesta a condiciones externas como son fluctuación de temperatura y lluvias, ya que los cocodrilos son especies sexo-dependiente de la temperatura de incubación (Piña *et al.* 2003, Escobedo-Galván 2012)
- 3 La cacería es uno de los factores que puede afectar la proporción de sexos (Crawshaw 1990, Rebelo *et al.* 1997).

En el caso de *C. moreletii* la proporción de sexos registrada en el programa de monitoreo del cocodrilo de pantano 2011-2015, fue de 1.4:1 macho/hembra. En el caso de *C. rhombifer* se consideró que una relación 1:1 macho/hembra permite que la población se mantenga estable (Ramos-Targarona 2013). En este sentido la selección de los sitios de anidación y el comportamiento de las hembras, son claves para la fluc-

tuación térmica del nido, lo cual podría llevar a un equilibrio en la proporción de sexos (Escobedo-Galván 2012).

Por otra parte, los datos del MRE contribuyen a establecer la estructura poblacional por sexo, lo que permite monitorearla para determinar si resulta necesario realizar algún manejo de la misma.

### Proporción de hembras reproductoras (HR)

Otro indicador importante para ser monitoreado a través del tiempo es la proporción de hembras reproductoras (HR) que se puede estimar como el cociente del número de nidos entre el número de hembras de la clase adulta (DO 2005, Wallace *et al.* 2013).

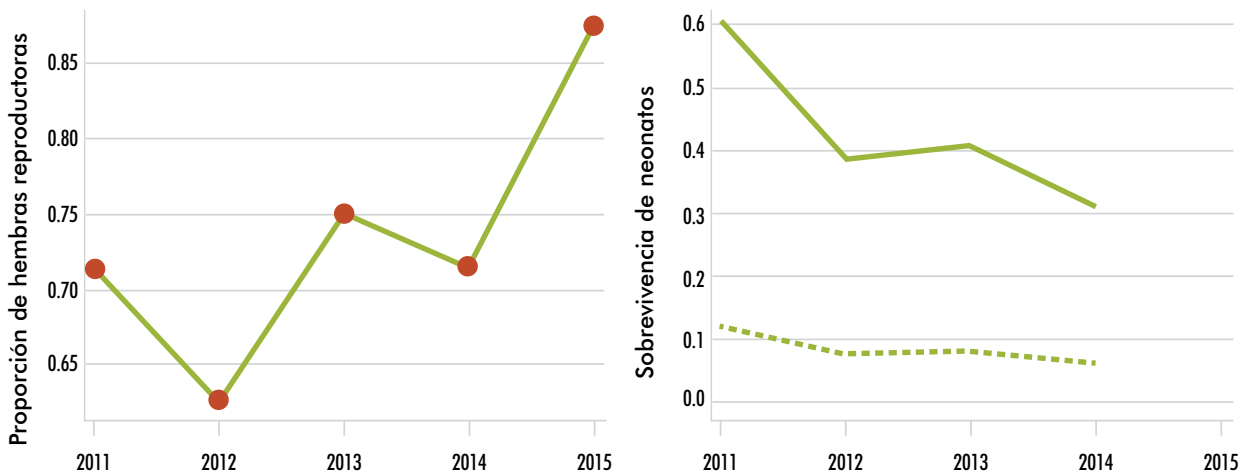
$$HR = \left( \frac{NN}{HA} \right)$$

Donde:

NN = número de nidos contados en el USN

HA = número de hembras adultas registradas a través del MRE

Este indicador es uno de los más útiles en el seguimiento de la población que es el medio por el que se pretende acercarse a una determinación razonable de la cosecha sustentable. Si el valor de HR se acerca a 1, la proporción de hembras anidadoras se encuentra más cerca de la producción máxima de nidos y huevos de la población, es decir, un valor



**Figura 10.** Ejemplo de seguimiento de la proporción de hembras reproductoras (a) y sobrevivencia de neonatos (b). El seguir la tendencia de la sobrevivencia de los neonatos en los primeros 5 años de inicio del rancho (véase capítulo VI) permite tomar las decisiones sobre liberación de crías. Fuente: datos hipotéticos.

cercano a 1 representaría que prácticamente cada hembra estaría poniendo un nido, por lo que se necesitaría el límite superior del potencial biótico. Así, los valores cercanos a cero señalarían que pocas hembras ponen nido y esto pudiera ser un indicador de que la población se encuentra cerca del límite inferior del potencial biótico del éxito de anidación de la población, por lo que la reducción de hembras adultas representaría un impacto importante en la cantidad de nidos puestos (figura 10).

Por otro lado, si se detecta un decremento en la proporción de hembras reproductoras (HR) a través del tiempo, esto puede ser el resultado de una reducción en las condiciones para la nidificación por pérdida de hábitat, o la disminución de machos que fertilicen los huevos. En este caso, sería necesario establecer acciones preventivas y correctivas en ambos casos para incrementar la proporción de hembras reproductoras (véase capítulo V).

### Sobrevivencia de neonatos al primer año de vida

Un último indicador a considerar está constituido por la **tasa de mortalidad** ( $q_x$ ) y la **tasa de sobrevivencia** ( $S(x)$ ) de las crías al primer año de vida. Estas tasas pueden calcularse a partir de los datos del MRE, como se describe a continuación.

De la diferencia en los datos de capturas de neonatos del primer muestreo del monitoreo o tiempo inicial ( $t_0$ ) menos las recapturas de crías de un año en

el segundo muestreo ( $t_1$ ) resulta en un estimado en la cantidad de neonatos que no sobreviven al primer año ( $d_1$ ), si este valor se divide, entre el número total de neonatos en el tiempo inicial ( $l_0$ ) se obtiene la tasa de mortalidad de neonatos al primer año de vida ( $q_{0+1}$ ; Begon *et al.* 2016), es decir:

$$q_{0+1} = \left( \frac{d_1}{l_0} \right)$$

Donde:

- $q_{0+1}$  es la tasa de mortalidad de los neonatos al primer año de vida
- $d_1$  es el número de neonatos muertos del muestreo inicial al muestreo en el siguiente año
- $l_0$  es el número de neonatos total en el muestreo inicial

Para estimar la tasa de sobrevivencia al primer año de vida ( $S_{0+1}$ ), se le resta a uno la tasa de mortalidad (Begon *et al.* 2016), es decir:

$$S_{0+1} = 1 - (q_{0+1})$$

Donde:

- $S_{0+1}$  es la tasa de sobrevivencia de los neonatos al primer año de vida
- $q_{0+1}$  es la tasa de mortalidad de los neonatos al primer año de vida

Este indicador es de gran utilidad para la toma de decisiones sobre la cantidad de nidos a aprovechar, así como de la cantidad de cocodrilos a liberar, en su caso.

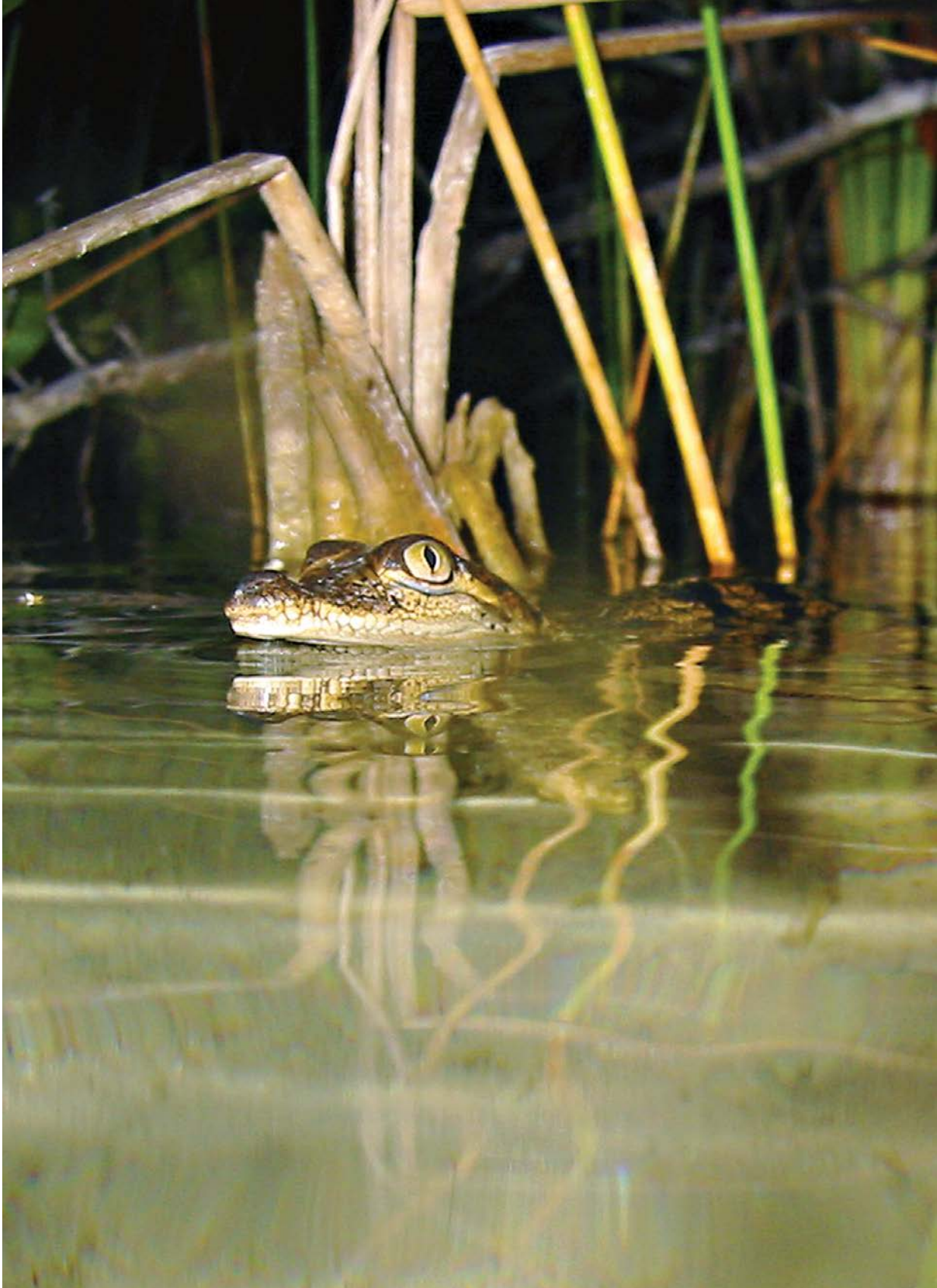


Foto: Humberto Bahena Basave/Banco de Imágenes CONABIO.







CAPÍTULO IV  
Monitoreo de los  
nidos silvestres  
de *Crocodylus*  
*moreletii*

# Monitoreo de los nidos silvestres de *Crocodylus moreletii*

Mariana del Carmen González Ramón<sup>1</sup> y Marco A. López-Luna<sup>2</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los graves problemas que se enfrentan en el monitoreo y búsqueda de nidos de cocodrilos, es el uso de diferentes métodos para la recolecta de datos, lo cual tiene como consecuencia el no poder hacer comparaciones válidas de los resultados obtenidos entre los distintos estudios. Esto se manifiesta tanto a nivel local como regional. Por esta razón, es importante el uso de métodos y términos estandarizados que permitan la comparación de la información obtenida, contando de esta forma con una herramienta sólida que brinde apoyo a la toma de decisiones en la conservación, protección y uso sustentable de cocodrilos (Chacón *et al.* 2008). Para lograrlo, se desarrolló el manual del Programa de monitoreo para *C. moreletii* (Sánchez-Herrera *et al.* 2011), que promueve el poder comparar los datos al establecer métodos y técnicas estándar a escala nacional e internacional. Asimismo, al otro extremo de la escala (regional y local) la idea es mantener la homogeneidad de enfoques y metodología, particularmente en el caso del componente USN.

La búsqueda de nidos proporciona la medida más directa del éxito de anidación de cocodrilos en hábitats específicos. La época de anidación de *Crocodylus moreletii* comprende desde finales de abril, hasta principios de julio con el pico de puestas en el mes de junio (Pérez-Higareda 1980, Platt *et al.* 2008, Casas-Andreu *et al.* 2011, López Luna *et al.* 2011), lo característico de esta época es el final de la temporada de estiaje y el inicio de las lluvias. Se ha observado que el comienzo de las puestas coincide con las primeras lluvias de la temporada, generalmente de la tercera semana de mayo a la segunda semana de junio y luego de aproximadamente 60-65 días las crías eclosionan (Casas-Andreu *et al.* 2011, López Luna *et al.* 2011).

Bajo las condiciones descritas, el propósito de este capítulo es describir de manera sistemática, el mé-

todo más adecuado para la búsqueda y monitoreo de los nidos, así como de la obtención de los parámetros necesarios para evaluar los indicadores de cambio en la población y la estimación de tasas de aprovechamiento (véase capítulo VI).

El método consiste en la búsqueda intensiva de nidos en el sitio en el que se pretende realizar el aprovechamiento y en todos los sitios que se hayan determinado como potencial zona de anidación dentro del esquema de UMA. Se debe realizar la revisión general del nido en el momento de su primer registro, así como se deben incluir todos los datos sugeridos en el formato de ubicación y seguimiento de nidos (USN; anexo 1), tomado y modificado para su uso dentro de la UMA o PF del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Dado que los nidos representan una alta inversión de energía por parte de la población local de cocodrilos y son su principal apuesta de supervivencia, la revisión y manipulación debe ser sumamente cuidadosa para no incrementar los factores de pérdidas además de los riesgos naturales.

## 2 CARACTERÍSTICAS DEL NIDO DE *C. MORELETII*

El nido es característico de la especie, ya que *Crocodylus moreletii* es una de las dos especies del género *Crocodylus* en América que construyen montículos para la anidación. El término montículo también se aplica a los nidos que construye *C. acutus* ocasionalmente, la diferencia principal es que *C. moreletii* construye el nido primero y posteriormente realiza la puesta de los huevos, mientras que en *C. acutus* la formación del montículo es posterior a la puesta de los huevos (Pierre Charruau com. pers.).

El tamaño del montículo es variable, así como los elementos de su construcción. En general, el montículo típico de *C. moreletii* presenta un diámetro promedio de 2.40 m y una altura promedio de

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, [marianagr1586@gmail.com](mailto:marianagr1586@gmail.com); <sup>2</sup>[marco.lopez@ujat.mx](mailto:marco.lopez@ujat.mx)



(a)

0.50 m y una distancia promedio al agua de siete metros (Casas-Andreu y Rogel-Bahena 1984, Platt *et al.* 2008, López-Luna *et al.* 2011). Las hembras son oportunistas por cuanto al material de construcción del nido, estando constituido por diferentes proporciones de material vegetal en descomposición, suelo y arena, la proporción de estos materiales dependerá de la abundancia o disponibilidad en el área (Pérez-Higareda 1980, Platt *et al.* 2008, Casas-Andreu y Rogel-Bahena 1984, Escobedo-Galván *et al.* 2009, 2011; López-Luna *et al.* 2011). Además, se ha reportado que en zonas con influencia urbana los cocodrilos han llegado a utilizar material de desecho generado por humanos en la construcción del nido (López-Luna *et al.* 2011). Por otra parte, se han registrado nidos construidos directamente sobre vegetación flotante en el cual los cocodrilos utilizan una base de troncos que le proporciona estabilidad y flotabilidad al nido para posteriormente construir un montículo con vegetación emergente (figura 11; Escobedo-Galván *et al.* 2009, 2011).

### Identificación del área a monitorear

Inicialmente, se debe de identificar la presencia de cocodrilos de todas las clases de edad para lo cual se realizan los recorridos de detección visual nocturna (DVN), lo cual permite asumir que hay reproducción y eclosiones. Posteriormente y en monitoreo diurno, se deben definir los recorridos que permitan identificar la distancia a recorrer, el tiempo de recorrido, los potenciales sitios de anidación, la logística de transporte y recolección.



(b)



(c)

**Figura 11.-** Características de nidos de *Crocodylus moreletii*. Fotos: Marco Antonio López Luna (a) y Gabriel Barrios Quiroz (b, c).



**Figura 12.** Sitios potenciales de zonas de anidación para *Crocodylus moreletii*. Fotos: Marco Antonio López Luna.

El monitoreo para USN implica la ubicación exacta de nidos (con posición GPS) por lo que necesariamente tiene una connotación bidimensional y necesita referirse a un área en específico. Por ello, es recomendable diseñar una estrategia adecuada a las condiciones del predio, que permita el barrido sistemático del área desde el primer evento de muestreo, repitiéndolo en los siguientes. La mayoría de estos puntos pueden realizarse antes de las recolectas, y algunos otros se identificarán durante las mismas.

Los sitios en donde se es posible encontrar los nidos pueden ser: parches de vegetación natural, en los bordes de los campos de cultivo, en pequeñas lagunas y sus márgenes (figura 12). Antes de comenzar la búsqueda de nidos es importante que se

determine la variedad de ambientes que existen y en cuál de éstos son potencialmente donde se pueden encontrar nidos. Otro factor a considerar es la presencia de grupos de crías ya que son indicadores de áreas de anidación.

### Temporada de anidación

En el cocodrilo de pantano se ha observado que la temporada de anidación comienza a finales de abril y se extiende hasta julio, siendo entre finales de mayo y principios de junio el pico de anidación. A diferencia del cocodrilo americano (*C. acutus*), el cocodrilo de pantano no presenta un gradiente latitudinal en cuanto al inicio de la anidación, lo cual puede estar asociado a que las condiciones am-



**Cuadro 5.** Descripción de la temporada de anidación para *Crocodylus moreletii*.

Sitio	Estado	Condición	Inicio	Final	Referencia
Granja Buena Vista	Tabasco	Cautiverio	Abril	Julio	Casas-Andreu <i>et al.</i> 2011
laguna de las ilusiones	Tabasco	Silvestre	Mayo	Julio	López-Luna <i>et al.</i> 2011 López-Luna <i>et al.</i> 2015 González-Ramón 2012
Lago de Catemaco	Veracruz	Silvestre	Abril	Mayo	Villegas 2011
Los Petenes	Campeche	Silvestre	Abril	-	Escobedo-Galván <i>et al.</i> , 2009
Varios sitios	Belice	Silvestre	Mayo	Julio	Platt <i>et al.</i> 2008
CETMAR	Campeche	Cautiverio	Mayo	Julio	Escobedo-Galván 2012

bientales en su distribución son similares. Es importante que las personas que estarán involucradas en la cosecha de nidos conozcan el área de interés, ya que puede haber diferencias en cuanto a la fecha de ovoposición que aquí reportamos (cuadro 5).

### Temporada de monitoreo, búsqueda, y recolección de nidos

El tiempo es fundamental en el monitoreo de los nidos. El lapso empleado para el conteo de nidos debe abarcar, idealmente, toda la temporada de anidación (abril-julio) y se debe diseñar para tener en cuenta los cambios en el tiempo con mayor puesta de nidos de la temporada de anidación de un año a otro en cada sitio. La búsqueda de nidos es el siguiente paso. Esta actividad suele ser complicada al inicio y requiere invertir varias horas al día para localizar los nidos.

Para que la búsqueda sea exitosa se debe de organizar y planificar el recorrido el cual debe ser siempre en el mismo sitio, con la misma metodología (sea a pie, por medio de lancha, con uso de drones) y con el mismo observador, temporada tras temporada y tener claro cuáles son los objetivos y datos a registrar. Los resultados obtenidos darán una amplia idea del estado en que se encuentra la población dentro de la UMA o PF. Esto es, analizando el número de nidos encontrados, monitoreando su éxito y obteniendo datos de los neonatos que se incorporan a la población se puede obtener una estimación sobre la dinámica poblacional dentro de la UMA y de esta forma determinar si la población es viable en un periodo prolongado.

Particularmente en el caso de *Crocodylus moreletii*, los nidos deben buscarse en las orillas de los cuerpos de agua, desde la lancha o caminando en las orillas, al realizar esta actividad se pueden localizar cocodrilos adultos fuera del agua o próximos a las orillas, los cuales son sitios potenciales para la presencia de nidos. El uso de drones (Elsey y Trosclair III 2016) permite extender la búsqueda de nidos un poco más tierra adentro. No obstante, se ha reportado algunos casos en los que los nidos se ubican hasta a 50m del cuerpo de agua más cercano (Álvarez del Toro 1974 en Sigler 2017).

La experiencia y conocimiento de las comunidades sobre el área facilitarán identificar los sitios de anidación, si existen evaluaciones previas en el área de interés (monitoreo de nidos) y la obtención de datos para realizar las comparaciones entre los valores de densidad de nidos y su distribución entre años y evaluar el efecto del manejo de nidos, extracción y traslado de los huevos en el tiempo dentro de la UMA (Saalfeld y Fukuda 2013). Es conveniente realizar el monitoreo los días más cercanos al inicio de la puesta, esto permite un mejor manejo y control sobre la temperatura de incubación de los huevos.

Como se mencionó anteriormente, una fecha importante a considerar es durante la temporada de eclosiones y un mes posterior. Generalmente, las pequeñas camadas permanecen juntas durante varios meses y en muchas ocasiones protegidas por la madre son excelentes indicadores de áreas de ani-



**Figura 13.** Monitoreo de nidos mediante utilización de dron recorrido (a), y nidos ubicados, señalados en círculos rojos (b). Fotos: Marco Antonio López Luna.



dación. Lo anterior facilitará las búsquedas en las temporadas siguientes, ya que las madres prefieren anidar en la misma área (filopátricas) en la mayoría de los ambientes ya sean consecutivas o no (Elsey *et al.* 2008).

La selección del sitio para construir el nido está influenciada por características que proporcionan ventajas a las hembras, como: material suficiente para la construcción (pastizales altos y cerrados), acceso para dar mantenimiento al nido y minimizar la depredación, mientras que para los embriones las ventajas son principalmente fisiológicas, como: un desarrollo y crecimiento adecuado, temperatura y humedad óptimas además de protección (Simoncini *et al.* 2011, Fukuda y Cuff 2013, Somaweera y Shine 2013).

### Tipos de recorridos para ubicar nidos

Los recorridos se deben realizar cada año entre los meses de abril a julio durante el día, lo cual consiste en la búsqueda intensiva de nidos en el sitio en el que se pretende realizar el aprovechamiento y en todos los sitios que se hayan determinado como potencial zona de anidación dentro de la UMA. Una vez ubicado el nido se registra su posición geográfica con ayuda de un GPS portátil (receptor del sistema de posicionamiento global). Se tiene que realizar la revisión general del nido en el momento de su primer registro. Se deben tomar todos los datos sugeridos en el formato de ubicación y seguimiento de nidos (anexo 1).

Los nidos representan una alta inversión de energía por parte de la población local de cocodrilos y son su principal apuesta de supervivencia, la revisión y manipulación debe ser sumamente cuidadosa para no incrementar los factores de pérdida además de los riesgos naturales (capítulo VII). Se debe realizar al menos una visita al área de anidación, posterior a las eclosiones para registrar de ser posible, grupos de crías en las proximidades y toma de los datos correspondientes.

Las búsquedas de nidos dependerán fundamentalmente del tipo de terreno y hábitat que se muestrea:

- ⊙ Por tierra. Puede ser a pie o a caballo recorriendo principalmente la zona riparia de los cuerpos de agua, o bien las extensiones de llanos inundables poco profundos.
- ⊙ Por agua. Los recorridos son en lancha liviana, kayak, o canoa, que permite los recorridos muy cerca de la orilla de los cuerpos de agua.
- ⊙ Por aire. En algunos países se utilizan naves pequeñas y livianas (helicópteros, avionetas o planeadores) para ubicar las áreas de anidación de los cocodrilos. Actualmente el uso de drones abarata los costos de búsqueda aérea, y puede complementar tanto las búsquedas por tierra como por agua (Elsey y Trosclair III 2016; figura 13).

### Marcas, rastros y huellas


Una de las necesidades básicas de los cocodrilos son los refugios, localizar estos sitios puede ser una forma útil de llevar a cabo el seguimiento de los nidos. Aunque el montículo de *Crocodylus moreletii* es muy obvio y puede verse fácilmente, la mayoría de las veces se encuentran a varios metros de la orilla del agua, en medio de vegetación abundante como pastos más altos, popales, e incluso zarzales o bien bajo el dosel de árboles de mediano a pequeño tamaño. Así que, durante el recorrido de búsqueda, que generalmente deberá ser a una velocidad lenta y constante, deberán buscarse los siguientes indicios:

- ⊙ Cocodrilos cerca de la orilla, preferentemente un animal adulto, y/o dos o más cocodrilos pequeños de menos de dos años de edad (más o menos 80 cm). Las madres se mantienen cerca de sus nidos, y algunas crías de la temporada anterior pueden permanecer en esa zona.
- ⊙ Pequeños senderos que llevan o salen del agua, usualmente se pueden encontrar dos. Estos caminos representan la entrada y la salida respectivamente de la madre cuando cuida o da mantenimiento al nido.
- ⊙ Un animal agresivo, que da resoplidos, mueve la cola en forma de S y lanza mordidas al aire. Muchas hembras protegen a sus nidos y son potencialmente peligrosas. Cuando este es el caso, el nido está muy cerca o a la vista.
- ⊙ Otras características que pudieran indicar la presencia de nidos son las entradas o cuevas características de las hembras anidadoras,



marcas de garra o huellas del cuerpo durante la temporada de reproducción. Ocasionalmente, se puede encontrar a los cocodrilos echados sobre el nido o vigilándolo desde un sitio cercano, caminando entre la vegetación o haciendo ruido en el agua. Los nidos generalmente se distinguen por presentar un área limpia formada por vegetación compactada en el suelo (Pooley 1991; figura 14).

**Formato de campo y método de ubicación y seguimiento de nidos (USN)**

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO 

**Sección Monitoreo en Vida Libre/Captura y Edición (EMH, DVN, MRE, USN)**

- ⦿ Información del muestreo de USN (anexo 1)
- ⦿ Fotografías de los nidos encontrados en las que se pueda apreciar tanto el nido, como la lectura de la geoposición del GPS.

En el anexo 1 se encuentra el formato de USN para el caso de proyectos de rancheo con los datos a registrar, derivado de Sánchez Herrera *et al.* (2011) y adecuado para su uso dentro de la UMA o PF.

Una vez localizado el nido en el formato se debe de anotar el nombre y registro de la UMA o PF. Es recomendable que se registren otros datos que puedan brindar información como la hora en que se produjo el avistamiento, la temperatura aproximada, el tipo de ambiente donde fue encontrado, etc. También deberá de tomarse nota del año, mes y día del muestreo, los nombres de las personas participantes, el medio de transporte utilizado durante el muestreo y la distancia recorrida, así como la posición geográfica del sitio del nido con ayuda de un GPS portátil y de acuerdo con el datum WGS84 en grados, minutos y segundos, esto también ayudará a regresar al mismo sitio en temporadas posteriores, y se pueden apoyar las observaciones con esquemas o dibujos si se considera que esto permitirá volver a localizar el sitio en futuras visitas. Adicionalmente, es necesario contar con un respaldo documental de la posición del nido. Por tanto, se tomará una fotografía del nido con el GPS a una distancia que permita leer la geoposición marcada por el mismo.

Si con ello se pierde de vista el nido, será necesario tomar dos fotos consecutivas, una a una distancia que permita ver el nido y la segunda a una distancia que permita leer la geoposición marcada por el GPS. A fin de poder asociar de forma inequívoca las fotografías que se entreguen con el nido registrado en la base de datos, es necesario que las fotografías se numeren siguiendo el siguiente formato: dos dígitos del año\_cuatro dígitos de la clave del sitio (sin puntos)\_número de nido registrado (la numeración es independiente dentro de cada sitio de muestreo)\_número consecutivo de fotografía (si se entrega más de una fotografía por nido). La forma y características micro-ambientales del nido también deben ser consideradas.

Este tipo de información ayudará a decidir qué ambientes son los más adecuados para la anidación por la recurrencia de los nidos encontrados en un mismo sitio (filopatría), además de los sitios donde se hayan registrado las diferentes actividades de los cocodrilos, y que por lo tanto es más necesario conservar para el bienestar de la especie y la población en general. La toma de los datos en el campo debe realizarse evitando al máximo el estrés al cocodrilo. Es preferible manipular el nido durante el día ya que la visibilidad es mejor en caso de que la hembra sea agresiva, y para esto es necesario trabajar con rapidez, y contar con personal capacitado y calificado.

Asimismo, es necesario que el equipo recolector cuente con al menos tres personas con experiencia en el manejo y contención de cocodrilos adultos, ya que dos de los integrantes deberán contener a la hembra, mientras que el tercer integrante hará la futura recolección y medición de los huevos de acuerdo con los métodos descritos en el capítulo VII de este Protocolo, que incluye detalles sobre la manipulación de los nidos, extracción y traslado de huevos, para evitar efectos negativos en el éxito de eclosión. El proceso de captura de la hembra se encuentra ampliamente explicado en la descripción del método MRE del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011).

Este proceso debe repetirse en la misma temporada durante los años posteriores con el objetivo de realizar una comparación o seguimiento a través de los años.



(a)



(b)



(c)

**Figura 14.** Sitios para localizar lugares potenciales de nidos: marcas y rastros (a, b) y presencia de adultos y cuevas (c).  
Fotos: Marco Antonio López Luna.





CAPÍTULO V  
Monitoreo  
y manejo  
de hábitat

# Monitoreo y manejo de hábitat

Rodrigo Macip-Ríos<sup>1</sup>, Gustavo Casas Andreu<sup>2</sup> y Gabriel Barrios Quiroz<sup>3</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

La técnica de evaluación y monitoreo de hábitat (EMH) consiste en la evaluación de las geformas, los porcentajes de los diferentes tipos de cobertura vegetal y las actividades humanas en las inmediaciones del hábitat. La técnica se detalla en el manual del Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011) y permitirá detectar cambios en el hábitat que puedan afectar a la población y por ende la capacidad de soportar el aprovechamiento de huevos. Con la finalidad de aplicarlo a escala local, en la UMA o PF, adicionalmente se evaluará como parte del método EMH la disponibilidad de hábitat en términos de las zonas de anidación, forrajeo, refugio-estivación y contención-amortiguamiento.

Algunos principios fundamentales fueron establecidos por Aldo S. Leopold planteando que cualquier manejo de especies debe de contemplar tres principales puntos que son: a) las características biológicas de la especie, b) el objetivo de manejar una especie, y c) el estado y condición del hábitat que permitan su manejo.

En la visión de Leopold, el hábitat debe proporcionar principalmente cuatro satisfactores a cualquier especie de fauna (alimento, agua, cobertura y espacio). El hábitat de los organismos se reconoce como el espacio físico con componentes biológicos en donde los organismos llevan a cabo sus funciones vitales tales como la alimentación (forrajeo, acecho y captura), reproducción (cortejo, apareamiento, anidación, crianza), y descanso (uso de madrigueras, perchas, refugio, etc.), así como otros procesos fisiológicos necesarios (insolación, enfriamiento en sombra, en agua, etc.; Begon *et al.* 1996).

Los sistemas dulceacuícolas o de agua dulce en los que primordialmente vive *Crocodylus moreletii*, se

dividen en cuerpos de agua donde ésta fluye por gravedad (lóticos) como los ríos, arroyos, canales, etc., o bien donde el agua está más bien estancada (lénticos). Sin embargo, existen muchos sistemas combinados, donde un sistema se alimenta de otro y viceversa (Lampert y Sommer 2006).

Dependiendo del tipo de sistema acuático, también se tendrá que determinar el tipo de manejo y conservación que se le debe dar (Margalef 1994), pues cada sistema presenta diferentes características tanto físicas (forma, características fisicoquímicas, relieve asociado al cuerpo de agua, lago, río, etc.) como biológicas (vegetación acuática presente, la vegetación subacuática, actividades humanas, fauna asociada al cuerpo de agua) que también se relacionan con las condiciones físico-químicas (Margalef 1994, Lampert y Sommer 2006), así como con la temporalidad del agua en el sistema, la cual puede ser perenne (todo el año), estacional, episódica (sólo algunos años), o intermitente (con presencia irregular durante el año; Dobson y Frid 2009).

La evaluación, manejo y conservación del hábitat de los cocodrilos se vuelve primordial a la hora de diseñar planes de aprovechamiento. Conforme con los requerimientos de los planes de manejo de las UMA o PF, los objetivos relacionados con el hábitat deben ser siempre específicos, logrables, estar programados y basados en la mayor información científica posible de acuerdo con criterios como los planteados por Schroeder *et al.* (2009).

Son pocas las publicaciones de cocodrilos que señalan cómo es el hábitat (unidad de paisaje o ecosistemas), donde habitan y las características del mismo (Carbajal *et al.* 2005). No obstante, es importante conocer el hábitat de los lugares de anidación e incubación de los huevos, con el fin de tener un panorama más cercano y decidir qué lugares son los más promisorios para zonas de rancho, en este caso de *Crocodylus moreletii*.

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Estudios Superiores-Morelia-UNAM, [rmacip@enesmorelia.unam.mx](mailto:rmacip@enesmorelia.unam.mx); <sup>2</sup>Instituto de Biología-UNAM, [gcasas@ib.unam.mx](mailto:gcasas@ib.unam.mx); <sup>3</sup>Centro de Investigación y Experimentación de Alternativas Agroecológicas CIEA S.C., [barriosg910@gmail.com](mailto:barriosg910@gmail.com)



El hábitat de anidación para especies como *Caiman latirostris*, en algunos lugares de Argentina, se encuentran en savanas con bajo declive y que se inundan en periodos de lluvias intensas y en estos lugares los nidos se encuentran cerca de la orilla de los cuerpos de agua (Montini *et al.* 2006).

Para el caso de *C. moreletii*, en algunas áreas, sobre todo de agua dulce se pueden encontrar nidos flotantes construidos sobre la vegetación, como lo han observado por Pérez-Higareda (1980), Platt (2008) y Escobedo Galván *et al.* (2011) estos nidos pueden estar construidos sobre Tule (*Typha* sp.) y otras especies vegetales no identificadas, aunque generalmente estos nidos son inundados y generalmente se pierden. También, se ha señalado que el éxito de eclosión es menor en los lugares con vegetación flotante (Imhof *et al.* 1996). Existen nidos construidos hasta 2 000 m de los cuerpos de agua y se encuentran construidos por lodo, pequeñas ramas y pastos pequeños como en el caso de *Caiman latirostris* (Larriera 1995).

Schulte y Chabreck (1990) encontraron otras variaciones en el tamaño de las crías en *Alligator mississippiensis* variando entre los diferentes hábitats de anidación con las crías más grandes en la marisma baja, que es un hábitat similar al de vegetación flotante señalada por Larriera (1995).

Villegas (2011) concluye de sus estudios en Catemaco, Veracruz, que 37 % de los huevos en los nidos estudiados murieron por inundación, además de depredación, rompimiento accidental de los huevos y ataques por hongos. En función de lo anterior recomienda establecer áreas de anidación y buscar que para una población sujeta a manejo, se favorezca que los nidos sean puestos en estos sitios y que sean menos propensos a inundaciones para incrementar el éxito en la anidación. Otros autores como Webb *et al.* (1977), Magnusson (1982) y Villegas (2011) registran que las inundaciones son la causa principal de la mortalidad de huevos y nidos.

No obstante, es necesario considerar el efecto colateral en el ecosistema que potencialmente tendría el incrementar de forma excesiva el éxito en la anidación de un depredador tope, como es el cocodrilo de pantano, efecto que ha sido considerado en otros casos de manejo de vida silvestre (Popescu y Hunter 2012).

En las tierras bajas la vegetación parece ser ca-

racterística y López-Luna *et al.* (2011) encontraron que la composición de los materiales con que fueron construidos los nidos de *C. moreletii* fue variable. En general, 53% estuvieron construidos con vegetación compuesta principalmente de hojas, tallos y ramas delgadas, 6% con humus y arcilla, 8% con plantas y desechos producidos por los humanos, y 23% con una combinación de todos estos materiales. De acuerdo con Platt *et al.* (2008), se encontró en Belice que el nido parecería reflejar el tipo y disponibilidad del material vegetal en el sitio de anidación lo que indicaría oportunismo en este aspecto.

En las tierras bajas de hábitats situados en agua dulce, el material vegetal se encuentra constituido por vegetación densa, formada por *Cladium jamaicense*, *Typha domingensis*, *Eleocharis* spp. y *Nymphaea* spp., mientras que, en las tierras bajas de la costa, aun cuando se han realizado observaciones del cocodrilo de pantano en hábitats de manglar (*Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*) no se tienen registros de nidos.

En resumen, las características del hábitat son importantes para el éxito en la anidación y el tamaño de las crías, pero es un factor que puede ser limitante, sobre todo en sitios en que los nidos son inundados en periodos de intensa lluvia.

El método EMH se empleará una vez al año, durante la temporada previa a la anidación (julio) para tener tiempo adicional para determinar potenciales sitios de anidación:

- ⊙ El primer objetivo debe ser siempre generar una categorización física del hábitat, esta consistirá en tener un inventario geográfico de los tipos hábitat, extensión, calidad y conectividad. Los sistemas de información geográfica (SIG), así como la teledetección (imágenes de satélite, fotografía aérea y ortofotos) son la mejor herramienta para lograr este objetivo.
- ⊙ El segundo objetivo debe ser los planes de restauración o rehabilitación del hábitat, es decir, se requiere hacer este tipo de preguntas ¿qué hábitat deben ser rehabilitados o restaurados?, ¿qué parte del hábitat debe ser sólo modificado o removido?. Una parte importante de este objetivo es la viabilidad y la tempo-



**Figura 15.** Diferentes tipos de hábitat donde se ha registrado *Crocodylus moreletii*. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.

ralidad con la que se cumplirá este objetivo, pues determina en gran medida la capacidad de carga de cada sistema y su capacidad de amortiguamiento.

- El tercer objetivo representa la parte preventiva, debe de tomar en cuenta la contingencia, amortiguamiento y prevención de asuntos relacionados con el manejo del hábitat. Muchas veces es necesario tener barreras naturales de contención que limiten (o reduzcan) el contacto de la fauna silvestre de la UMA con ganado, población humana u otra fauna. La contingencia y amortiguamiento también permiten limitar la presencia de organismos competidores o depredadores, los cuales pueden afectar a la población y por tanto a la tasa de aprovechamiento estimada.

## 2 ¿CÓMO ES EL HÁBITAT DE LOS COCODRILOS?

El ámbito hogareño de los cocodrilos puede ser variable dependiendo de la especie, sexo, edad, y de la búsqueda de espacios para la reproducción y alimentación (Hutton 1989, Kay 2004, Cupul-Magaña 2012, Campbell *et al.* 2013). De hecho, explotan espacios relativamente extensos gracias a que pueden moverse por el cuerpo de agua (Tuma 2006, Steen *et al.* 2007). No obstante, también está delimitado por la disponibilidad del hábitat y por la densidad de organismos que ahí habitan (Morales-Verdeja y Vogt 1997, Bodie y Semlitsch 2000).

Las principales necesidades de hábitat para el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) se pueden categorizar de la siguiente forma: termorregulación (insolación, enfriamiento, estivación y descanso), reproducción (cortejo, apareamiento, anidación y crianza) y alimentación (forrajeo y captura de las presas; figura 15).

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) se considera primordialmente un habitante de cuerpos de agua dulce. Los hábitats que ocupa son sitios como pantanos, arroyos, ciénegas, lagunas, ríos de corriente lenta, y algunas veces se han visto en ríos caudalosos. Lo más frecuente es encontrar a esta especie en aguas poco profundas, con poca corriente o estancadas, que pueden ser claras o turbias, y tener abundante vegetación acuática



enraizada o flotante (Casas-Andreu 2002).

En México, el hábitat compatible con las necesidades de *C. moreletii* se encuentra en la porción tropical de la costa del Golfo de México y del Mar Caribe, hasta altitudes posiblemente de 500 m, en lugares con temperatura media anual entre los 26 y 28°C, con una temperatura mínima media anual de 18°C, y en sitios en donde no hay heladas. La precipitación media anual de los lugares en que viven estos cocodrilos varía entre 600 y 4 000 mm (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). En los últimos años también se ha registrado la existencia de ciertas poblaciones en aguas salobres en la costa de Belice, con salinidades de hasta de 22.0 ppm (Platt y Thorbjarnarson 2000).

Los hábitats acuáticos que se han descrito para el cocodrilo de pantano tienen una naturaleza sumamente dinámica y se han transformado espacialmente debido a la pérdida y transformación de los ambientes costeros de la cuenca del Golfo de México. La industria petrolera, los servicios, el avance de la frontera agrícola-ganadera, así como la elevada concentración de zonas urbanas representan las principales amenazas para los hábitats del cocodrilo de pantano (Sánchez-Herrera *et al.* 2011; figura 16).

### 3 ¿CÓMO HACER LA CATEGORIZACIÓN FÍSICA DEL HÁBITAT DEL COCODRILO?

#### Etapa 1. Inventario de cuerpos de agua y vegetación adyacente

La categorización física inicial debe ser la línea de base para programas de monitoreo de hábitat, es decir, la cuantificación del hábitat que se está ganando o perdiendo en determinados periodos, así como la reconfirmación espacial de los cuerpos de agua y ambientes asociados por la dinámica natural de dichos sistemas (Van Horne 1983).

Para la evaluación integral del hábitat de *C. moreletii* es importante cuantificar los tipos de cuerpos de agua (geofomas) y los principales tipos de vegetación asociados. Para ello, se deben utilizar herramientas de percepción remota y un sistema de información geográfica (SIG), así como información actualizada de cobertura de vegetación como ortofotos, imágenes de satélite e incluso fotografía



**Figura 16.** Pérdida y transformación de hábitat donde se encuentra *Crocodylus moreletii*. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.





**Figura 17.** Imagen de satélite donde se encuentra *Crocodylus moreletii*. Fuente: tomada de Google Earth.

aérea. El INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) es un buen proveedor de este tipo de información, al igual el Instituto de Geografía de la UNAM. Sin embargo, es necesario tener información con un nivel de actualización de meses o semanas, en ese caso es necesario contactar con proveedores especializados en ortofotos o imágenes de satélite (figura 17).

Una vez inventariados los cuerpos de agua se debe dar seguimiento a la presencia, aumento o disminución del hábitat modificado o perturbado (Óscar Sánchez-Herrera com. pers.). En áreas con vegetación de duna costera, manglar, selva mediana, selva baja caducifolia, vegetación subacuática, y hasta en pastizales y selva baja inundable, en donde también es notoria la presencia de vegetación flotante, además de sitios ubicados tierra adentro en donde se han registrado cocodrilos. Es importante tener un registro completo de la po-

blación de cocodrilos en las zonas aledañas a los cuerpos de agua, tasa de eclosión y sobrevivencia anual y zonificación de donde se distribuyen los cocodrilos para realizar las distintas actividades (zonas de anidación, insolación, alimentación, etc.) dentro de la UMA o PF. Lo anterior nos dará la pauta para determinar los tipos de vegetación más adecuados y que se deben de preservar para que los cocodrilos desarrollen las distintas actividades anteriormente señaladas.

### **Etapa 2. Inventario de la presencia de actividades humanas en la UMA o sus cercanías**

Con el inventario geográfico de la UMA y sus alrededores, es necesario identificar todas las actividades humanas dentro y en la cercanía de esta área. Para ello, también se debe usar percepción remota y verificación en campo, pues algunas actividades comerciales pueden aparecer de mane-



**Figura 18.** Actividades de acuacultura dentro de hábitat de *Crocodylus moreletii*. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

ra súbita en el área de influencia de la UMA o PF (figura 18).

Se deben registrar tanto las actividades económicas (primarias, secundarias y terciarias), como la interacción de la UMA con la infraestructura urbana o pública. Nuevamente, el uso del SIG permitirá tener una zonificación que permita identificar las áreas donde es importante llevar a cabo el manejo del hábitat para evitar accidentes e interacciones no deseadas.

### Etapa 3. Identificación de conflictos potenciales por la interacción de cocodrilos con actividades humanas

Esta etapa consistirá en identificar todos aquellos puntos potenciales de conflicto entre los cocodrilos y las actividades humanas. Algunos puntos de conflictos potenciales pueden ser la cercanía de la UMA o PF con caminos, plantaciones, escue-

las y actividades pesqueras. El perímetro de esta área puede presentar diferentes lugares de contacto con las actividades de la comunidad donde se encuentre y dependerá del análisis cuidadoso del técnico a cargo, identificar riesgos y problemas potenciales, así como medidas para prevenirlos o atenderlos.

## 4 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO Y LLENADO DEL FORMATO DE EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL HÁBITAT (EMH)

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



Sección Monitoreo en Vida Libre/Captura y Edición (EMH, DVN, MRE, USN)

- ⦿ Información del muestreo de EMH (anexo 1)

### Etapa 1. La evaluación in situ del hábitat

---

La evaluación de hábitat se efectuará dos veces por año (temporada de lluvias y secas) de preferencia en la misma temporada a través de los años, de manera paralela a los demás métodos de monitoreo enfocados a las poblaciones de *C. moreletii* dentro de la UMA o PF.

Antes de iniciar el recorrido, se tomarán los datos relativos al nombre y registro de la UMA, subdivisión política (p.e. estado, municipio), fecha y participantes. El Datum del GPS deberá ser WGS84 (indica el punto de referencia que se utilizó para generar las coordenadas) y las coordenadas de inicio y fin del recorrido.

En el formato EMH, los cuerpos de agua (geoformas) se han dividido en ocho tipos y uno adicional por si el cuerpo de agua no está considerado en el formato, y el hábitat (que para fines prácticos del monitoreo se usa indistintamente como vegetación) se ha dividido en 13 tipos fácilmente reconocibles, así como un apartado en donde se registran modificaciones a este último. Con este formato, se cubre la vegetación de toda el área de distribución de *C. moreletii* en términos de la composición general del hábitat y así se facilite darle seguimiento a lo largo del tiempo dentro de la UMA o PF. La descripción de cada uno de los tipos de hábitat o vegetación y de los cuerpos de agua (geoformas) está disponible en Sánchez-Herrera *et al.* (2011) y corresponde a los datos a levantar mediante el formato EMH adecuado para su uso dentro de la UMA (anexo 1).

Es necesario hacer énfasis en que los diferentes muestreos se realizarán desde la lancha y en donde sea necesario se hará el recorrido a pie para confirmar el porcentaje de cobertura. Se identificarán los tipos de vegetación dominantes a lo largo del o los cuerpos de agua dentro de la UMA o PF desde la orilla y hasta cinco metros tierra adentro, y que se debe resumir el porcentaje del recorrido que está ocupado por cada tipo general de vegetación con respecto al cuerpo de agua. Lo anterior implica efectuar el recorrido del o los cuerpos de agua durante el día, de manera que puedan observarse con suficiente certeza las características del hábitat dentro de la UMA o PF en donde se haya observado a los cocodrilos realizar las distintas actividades anteriormente mencionadas.

Para ello, se recomienda enfáticamente llenar el formato EMH al final del recorrido, de manera que el observador pueda resumir lo visto a lo largo del recorrido respetando las categorías de información que ofrece el formato. De ser posible, se sugiere que el mismo observador realice las evaluaciones periódicas del hábitat de los mismos cuerpos de agua a lo largo de tiempo. Otro punto importante, es determinar el estado de conservación aparente del hábitat alrededor del o los cuerpos de agua, el cual deberá ser considerada como muy bueno (100% vegetación nativa), y proporcionalmente como bueno, regular, malo y muy malo (100% vegetación introducida o hábitat modificado).

### Etapa 2. Resolución de dudas y problemas en el monitoreo del hábitat

---

Cuando existan dudas sobre el tipo general de vegetación presente en algún tramo del recorrido, se recomienda que los responsables del monitoreo tomen fotografías de la vegetación y que las remitan a la CONABIO junto con sus coordenadas GPS. Para ello, las fotografías deberán rotularse utilizando la clave de la UMA o PF, clave del sitio, la fecha y un número consecutivo para las diferentes fotos del tipo de vegetación que se quiere identificar. A su vez, la CONABIO consultará a especialistas en la materia para su correcta determinación. En tales casos debe anotarse el porcentaje aproximado de la longitud del recorrido que ocupa el tipo de vegetación que no se pudo caracterizar para así, una vez determinado, anotar el dato en el formato correspondiente a ese recorrido.

En casos de duda extrema sobre el tipo de vegetación de un sitio, es conveniente recolectar material botánico de las especies visualmente dominantes. Con el fin de realizar esta labor es importante contar con los permisos de recolecta correspondientes.

La identidad de los ejemplares de plantas recolectadas, prensadas y secas, se harán en herbarios de instituciones de investigación o universidades que se encuentre cerca de las UMA o PF con asociaciones con experiencia en vegetación o con ayuda de botánicos y hasta entonces se podrá caracterizar la vegetación de dicho sitio, refiriendo el dato al formato EMH, considerando las categorías que éste contiene.



**Figura 19.** Sobrepopulación de cocodrilos en ambientes perturbados. Foto: Marco Antonio López Luna.

### Etapa 3. Identificación, corroboración e interacción de la UMA con actividades humanas

Un aspecto adicional del hábitat de los cocodrilos es cómo pueden interferir las distintas actividades humanas con las de los cocodrilos, por ello, Sánchez-Herrera *et al.* (2011) previeron identificar la presencia de actividades como: pesca, ganadería, agricultura, cacería, industria, turismo y asentamientos humanos. Por la naturaleza y objetivos del presente Protocolo, a escala local será necesario documentar con detalle la presencia de cualquiera de esas actividades a lo largo del recorrido dentro del área de la UMA o PF. El Formato EMH incluye esas categorías y la posibilidad de elegir cuál de ellas es la más prominente para dicha área (anexo 1).

## 5 ¿CÓMO ES LA INTERACCIÓN ENTRE EL HÁBITAT UTILIZADO POR LOS COCODRILOS Y EL MANEJO DE LA UMA O PF?

Los cocodrilos necesitan un espacio adecuado para vivir, la sobrepoblación conduce a la competencia intensa para la búsqueda de alimento y para

lugares de reproducción, lo que eventualmente conduce a la desnutrición y al rápido incremento de enfermedades y parásitos. Los cocodrilos adultos son territoriales, esto es, que ocuparán y se mantendrán en un lugar en específico y alejarán de él a otros potenciales competidores. Esta territorialidad asegura su correcto espaciamiento y previene la sobrepoblación (figura 19). Por las distintas actividades de los cocodrilos, un área solo puede contener un número determinado de individuos, el cual será variable y dependerá del tamaño y vegetación alrededor de los cuerpos de agua además de la forma de estos, no importando cuánta agua, alimento o cobertura ellos reciban. Los cocodrilos requieren un lugar con características específicas para reproducirse, y la vegetación densa es necesaria para que puedan esconder a sus crías recién nacidas.

## 6 ¿CUÁLES SON LOS REQUERIMIENTOS BIOLÓGICOS BÁSICOS PARA EL COCODRILO DE PANTANO?

Es posible determinar cuatro zonas básicas dentro del hábitat para el desarrollo de una población de cocodrilos que deben estar bien definidas y sujetas a monitoreo y manejo específico dentro de la UMA.



**Figura 20.** Manejo de hábitat para fomentar zonas de anidación. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.

Estas son: zona de anidación, zona de forrajeo, zona de refugio y estivación, y zona de contención o amortiguamiento (Bailey 1984).

### Zonas de anidación

Es necesario ubicar las zonas para la anidación, si no existiera un área adecuada, se deberá subsidiar de manera directa la transformación y el manejo del hábitat para proveer de sitios que cumplan con las condiciones propicias que provean de cobertura térmica para que los organismos puedan establecer sus nidos de manera viable (Steen *et al.* 2012). Hay que tomar en cuenta el tamaño mínimo de territorio para que las hembras puedan anidar, que en el caso de *Crocodylus moreletii* es de 6 m<sup>2</sup> en promedio (Gabriel Barrios com. pers.).

Entre las principales actividades que se pueden llevar a cabo para manejar el hábitat y proveer de zonas adecuadas para la anidación del cocodrilo de pantano están:

- ⊙ La conservación de la vegetación primaria en las áreas perimetrales a los cuerpos de agua, las cuales se ocupan como zonas de asoleo.
- ⊙ Creación o introducción de vegetación (pastos altos) para proveer de zonas de anidación y potenciales rutas de escape en caso de depredadores (figura 20).
- ⊙ La remoción de vegetación secundaria que pudiera interferir en la construcción de los nidos.

- ⊙ Plantar vegetación que provea materiales adecuados para la construcción de nidos preferentemente con especies nativas del sitio y que se determinen de acuerdo con la experiencia previa o como resultado de los muestreos.
- ⊙ Cercado de las zonas de anidación para evitar accidentes.
- ⊙ Control o remoción de especies invasoras o exóticas que depredan los nidos como los perros, y especies naturales como mapaches, coatíes, tlacuaches, etc. cuando sus poblaciones sean demasiado grandes.
- ⊙ Medidas de atención a contingencias que se puedan presentar dentro de la UMA o PF (Schroeder *et al.* 2008, López-Luna *et al.* 2011).

### Zonas de forrajeo

Para el cocodrilo de pantano, se considera como zona de forrajeo principalmente a la parte acuática del hábitat. Los cocodrilos llevan a cabo la mayoría de sus actividades en el agua, siendo esta la zona que más recorren y más extendida de su hábitat. El cuerpo de agua puede variar mucho en términos de sus características batimétricas, físico-químicas y en la calidad del agua, no obstante, se debe procurar mantener libre el cuerpo de agua de productos químicos tóxicos, así como libre de residuos sólidos peligrosos para el desarrollo de los organismos. Es indispensable mantener limpios los cuerpos de agua, manteniendo la calidad del agua en niveles razonables y de acuerdo con la legislación y normas aplicables.



**Figura 21.** Zona de forrajeo de cocodrilos donde se observa la zona de asoleo y la entrada y salida característica de cocodrilos. Foto: Marco Antonio López Luna.

Algunas actividades de manejo integral para mejorar el hábitat de forrajeo son posibles, entre ellas se encuentran: el dragado de las lagunas existentes, la alteración del régimen hidrológico de los cuerpos de agua dentro de la UMA mediante mantenimiento y mejoramiento de los hábitats de los cocodrilos por medio de construcción de presas, diques, ensanchamiento de canales y acequias, así como, la obtención de nuevas fuentes de suministro de agua. Sin embargo, la forma en que se aprovecha y maneja el agua, no debe alterar los requerimientos térmicos para los cocodrilos, pues al no poder regular su temperatura de manera interna, eso cambia las funciones biológicas básicas, así como su reproducción, tasa de crecimiento y la supervivencia (Grigg y Gans 1993; figura 21).

Promover y conservar agua y suelos, biodiversidad, régimen dinámico y la variabilidad natural o histórica de los ecosistemas, puede mantener o mejorar a largo plazo su capacidad para generar servicios ambientales fundamentales para la sustentabilidad. Por otra parte, la detección de focos de contaminación, manejo de residuos en zonas aledañas para evitar atraer fauna indeseada, la limpieza periódica de residuos sólidos arrojados al cuerpo de agua, el monitoreo de las presas de los cocodrilos como peces, aves acuáticas, entre otros, y la delimitación de zonas humanas por medio de cercas o tipos de vegetación que impidan el paso hacia zonas donde pueda suceder alguna interacción negativa (Magnusson 1995).



**Figura 22.** Zonas de estivación con suficiente agua y vegetación para protección de todas las clases de edades. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.

La cantidad y calidad del alimento es importante para la reproducción, la sobrevivencia, y la superación de la temporada de estiaje, por lo cual el alimento debe de estar al alcance de los cocodrilos. Por lo anterior, es indispensable la conservación de áreas para la alimentación. La escasez de alimento es un factor limitante para el desarrollo de los cocodrilos. Estas estrategias incluyen la manutención

de áreas de compensación ecológica cruciales para aumentar la diversidad de especies que potencialmente pudieran ser parte de la alimentación de cocodrilos.

### Zonas de refugio y estivación

En las zonas de refugio y estivación se deberá tomar en cuenta las necesidades de cada grupo de edad de la población de cocodrilos. Por lo general, los organismos ectotermos necesitan zonas de estivación y refugio en los meses más secos del año (Roe *et al.* 2011). Adultos reproductores, organismos inmaduros y crías utilizan las mismas áreas, de hecho existen interacciones negativas entre adultos y crías, es por ello, que en vida libre se debe de proveer del mosaico de hábitat necesario y suficiente para las principales clases de edad, así como para la dominancia ejercida por los adultos.

Los adultos utilizarán zonas con mayor estabilidad de temperatura ambiental y más cercanas a los volúmenes importantes de agua, ya que por su peso, tamaño y condición de ectotermos (regulación térmica corporal) es más difícil que puedan regular su temperatura. Por su parte, los jóvenes y las crías utilizarán los ambientes marginales, pero con agua,



ya que ellos pueden regular más rápido la temperatura por su menor tamaño, además el utilizar ambientes diferentes evita las interacciones negativas entre adultos y jóvenes.

Es primordial reconocer y utilizar los resultados de los estudios de dinámica de poblaciones en la UMA o PF, ya que esto dará una idea del número de jóvenes, sub-adultos, adultos y el promedio de crías que se producen por temporada de anidación. Para lo anterior y con base en los estudios poblacionales de cada lugar se debe de mantener en condiciones adecuadas de espacio el número de cocodrilos evitando las confrontaciones entre ellos (figura 22).

### Zonas de contención o amortiguamiento

Las unidades de manejo siempre deben contener zonas de amortiguamiento y contención para evitar interacciones hombre-cocodrilos. La principal medida que se debe tomar es delimitar estas zonas, las cuales deben ser parches de hábitat que no son utilizables por el ganado y que funcionan como una barrera natural. En el caso de los cocodrilos pueden ser pastizales, barrancas, palmares o cualquier otro tipo de hábitat que implique una barrera térmica o física (figura 23).

Finalmente, se debe de considerar en cualquier plan de manejo el mejoramiento de las vías de acceso a los cuerpos de agua, construcción y manejo de módulos, y programas de vigilancia en las cuatro zonas anteriormente señaladas.

## 7 CHECKLIST PARA EL MANEJO DEL HÁBITAT EN UNA UMA O PF DE RANCHEO DE COCODRILLO DE PANTANO

Una *checklist* o lista de cosas por cubrir para el inventario y monitoreo del hábitat de los cocodrilos de pantano puede funcionar para orientar las prioridades, lo hecho y lo no hecho o por hacer. La *checklist* está orientada tanto en la descripción remota del hábitat como en el monitoreo *in situ*, de tal modo que su aplicación se vuelva un asunto rutinario (anexo 2a). Adicionalmente, al igual que en todo programa que pretende generar resultados consistentes, se incluye una lista de información que deberá ser reportada de forma periódica (a la CONABIO y a la DGVS) para dar seguimiento puntual al programa piloto (anexo 2b).



**Figura 23.** Zonas de contención mediante barreras físicas. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.







CAPÍTULO VI  
Estimación de tasas  
de aprovechamiento  
de nidos silvestres  
de *Crocodylus*  
*moreletii*

# Estimación de tasas de aprovechamiento de nidos silvestres de *Crocodylus moreletii*

Mauricio González Jáuregui<sup>1</sup>, Gabriel Barrios Quiroz<sup>2</sup>, Luis Sigler<sup>3</sup> y Emmanuel Rivera-Téllez<sup>4</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

La ecología de poblaciones es la base para abordar los principales objetivos del manejo de fauna silvestre que son: el uso sustentable, la conservación y el control de poblaciones. Para realizar el aprovechamiento sustentable de un recurso se deben considerar aspectos tales como la abundancia, tasa de crecimiento, cosecha máxima sostenida y probabilidad de extinción (Mandujano 2011).

La pérdida de hábitat y la sobre-explotación de cocodrilianos continúan siendo un factor de riesgo para la supervivencia de varias especies (Ross 1995). Actualmente, se observa un cambio en la tendencia de conservación de los cocodrilos en todo el mundo. La implementación de estrategias de uso sustentable ha creado una nueva conciencia de conservación y manejo hacia las especies generando una nueva visión en el futuro de las poblaciones y sus hábitats (Messel *et al.* 1995).

Particularmente para México, el manejo y conservación de fauna silvestre están considerados en las áreas naturales protegidas (ANP) y las unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA), pero el objetivo y la gestión de ambos esquemas es muy diferente. Las primeras son estrategias en las que el gobierno implementa políticas para la conservación de la integridad de los ecosistemas, mientras que la segunda es una estrategia local mediante la cual se aprovechan algunos recursos florísticos o faunísticos de forma sustentable (CONAFOR 2009).

Uno de los principales inconvenientes de los proyectos de aprovechamiento sustentable hasta la fecha, es que son vistos solamente como utilidad económica y no como una fuente para generar

información ecológica. Considerando que el conocimiento de la dinámica de las poblaciones de cocodrilianos en México es todavía limitado, se debe asumir que este tipo de información tiene una utilidad limitada en el desarrollo de planes de manejo (Llobet 2002). Hay que hacer énfasis en que la tarea de los responsables técnicos del manejo, es establecer programas de manejo con altas probabilidades de que el uso del recurso sea sostenible (Ross 1995). Por tal motivo, los planes de manejo específicos para cada tipo de UMA (intensivos o en vida libre), al ser una fuente de datos sobre la dinámica de las poblaciones, van a retroalimentar al sistema para poder corregir los errores y asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados. Por lo anterior, cada plan de manejo debe estar íntimamente ligado a un programa de monitoreo (Magnusson 1995).

La gran extensión de humedales y sistemas ribereños del Golfo de México provee un extenso hábitat para los cocodrilos, las cifras actuales a lo largo de su distribución en el territorio mexicano indican una tasa de encuentro de  $3.23 \pm 1.24$  (I.C. 95%) cocodrilos/km, con una estimación de alrededor de 73 960 cocodrilos de todas las tallas aproximadamente. Las clases de edad mejor representadas son crías y juveniles lo que indica una población estable y en crecimiento (Rivera-Téllez *et al.* 2017). Esta situación hace que los cocodrilianos representen un recurso de considerable valor ecológico y con un gran potencial económico (Pacheco 1996).

El rancheo es un sistema de cría en condiciones normales en el que los progenitores son organismos silvestres cuyo ciclo reproductor se lleva a cabo en sistemas naturales. La metodología utilizada se basa en la recolección de nidos y huevos silvestres, la incubación y cría en condiciones controladas y en su caso la posterior liberación en el sitio

<sup>1</sup>Instituto de Ecología A.C., [mauglezj@gmail.com](mailto:mauglezj@gmail.com); <sup>2</sup>Centro de Investigación y Experimentación de Alternativas Agroecológicas CIEA S.C., [barriosg910@gmail.com](mailto:barriosg910@gmail.com); <sup>3</sup>The Dallas World Aquarium, [luis@dwazoo.com](mailto:luis@dwazoo.com); <sup>4</sup>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, [erivera@conabio.gob.mx](mailto:erivera@conabio.gob.mx)



geográfico de procedencia de una cuota de juveniles equivalente, mayor o menor de acuerdo con los indicadores poblacionales a la tasa de supervivencia natural. Por las características de la zootecnia estimada, al cabo de un año de crianza, se obtiene un remanente de individuos que en condiciones naturales no hubiera sobrevivido como consecuencia de la acción de depredadores o condiciones climáticas adversas (Larriera 1993).

## 2 EXPERIENCIAS PREVIAS

En Australia (Territorio Norte), Argentina (Santa Fe y Formosa), Estados Unidos de América (Louisiana), Venezuela y Cuba, se han desarrollado programas de aprovechamiento, cada uno se ha adaptado a sus circunstancias, formas y tiempos los cuales son descritos en el capítulo II.

Se ha observado que el aprovechamiento sustentable como medio de desarrollo, puede contribuir a la conservación de los cocodrilianos en vida silvestre y se ha tenido éxito en países como Papúa Nueva Guinea, Venezuela, Zimbabwe, Estados Unidos de América y Australia (Hutton y Child 1989, Genolagani y Wilmot 1990, Joanen *et al.* 1990, Webb *et al.* 1992, Velasco y De Sola 1997).

Para las poblaciones de cocodrilos, el uso sustentable y regulado se ha transformado en un componente básico para la conservación y manejo, aunque la explicación detallada de los fundamentos teóricos de su éxito aún es tema pendiente (Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Dichos programas se han desarrollado sobre la base de ensayo y error, operando básicamente por manejo adaptativo. El hecho de que las poblaciones de cocodrilos permanezcan estables en el mediano y largo plazo mientras se realiza el aprovechamiento sustentable mediante programas de cosecha comercial, es un indicador claro de que el enfoque es el apropiado (Larriera e Imhof 2006).

De acuerdo con Rice (1999), varios estudios sobre historia natural de los cocodrilos indican su extrema resistencia a la remoción de individuos jóvenes (p.e. huevos o crías) o adultos (p.e. machos grandes), y muchos programas de aprovechamiento alrededor del mundo para distintas especies de cocodrilianos sugieren que la remoción anual de 50-80% de los huevos, no tiene efecto en la varia-

ción del tamaño de la población. Asimismo, señala que el reclutamiento en el medio silvestre (entrada de nuevos individuos a la población adulta) depende de la densidad, estructura y tamaño de la población adulta, y no es muy sensible a la cantidad de huevos o crías que sobreviven.

## 3 REQUERIMIENTOS PARA EL USO SUSTENTABLE

Para que un programa de aprovechamiento por rancheo sea exitoso se debe contar con información básica de la población que estará sujeta al aprovechamiento. De tal forma, los **indicadores clave** para el análisis y estimación de tasas de aprovechamiento por rancheo son la tasa de encuentro (ind/km) y el número de los nidos ubicados en cada sitio. Por su parte, los **indicadores adicionales** pueden arrojar información complementaria para comprender la dinámica poblacional como son la cantidad de huevos puestos por hembra, porcentaje de avivamiento o eclosión de crías, y la supervivencia de las crías posterior a la primera temporada.

Con base en las experiencias de programas de rancheo de nidos de cocodrilianos silvestres en países como Estados Unidos de América, Australia, Argentina y Zimbabwe, es claro que una vez implementado el programa, además de obtener los huevos de nidos silvestres de *Crocodylus moreletii*, es necesario realizar la evaluación permanente (monitoreo; véase capítulo III) de los indicadores de bienestar de la población, ajustando las tasas de extracción (reduciéndola o incrementándola) en función de la variación de dichos indicadores en ciclos de cinco años de implementación.

A partir de la información reportada por Mazzotti (1989) podemos inferir que para asegurar la supervivencia de una población de cocodrilos, es importante conocer los siguientes factores:

- ⊙ Éxito de anidación (porcentaje de nidos encontrados vs número de hembras reproductoras).
- ⊙ Éxito de eclosión (porcentaje de huevos eclosionados del total de los nidos incubados).
- ⊙ Éxito reproductivo (número de individuos reproductores que se mantiene o aumenta a través del tiempo (figura 24).



**Figura 24.** Incubación (a), eclosión (b) y reproductores de *Crocodylus moreletii* (c). Fotos: Juan Carlos Cremieux (a, b) y Cesar Cedillo Leal (c).



En este sentido, el trabajo de López-Luna *et al.* (2011) monitorea estos elementos para una población de *C. moreletii* en una laguna urbana denominada Laguna de las Ilusiones en Tabasco, el número de huevos por nido presentó un promedio de  $30.4 \pm 10.8$  huevos. El porcentaje de huevos eclosionados es bajo registrando solo el 34% con relación al número total de huevos por nido. El éxito de anidación registrado fue 76.92%. En tanto que Casas-Andreu *et al.* (2011) en el mismo estado de Tabasco, pero en condiciones de cautiverio señalan que el promedio de número de huevos por nido fue 29.24%, el porcentaje de viabilidad fue 73.15%, el porcentaje de huevos eclosionados fue 40.72% y señalan que el éxito de anidación (109 hembras) fue diferente cada año ya que no todas las hembras ponen de forma continua. Thorbjarnarson (1996) registró el éxito de anidación en siete especies de crocódilidos, señalando que en los aligatóridos es entre 25 y 54% (media= 40.9%) y en cocodrílidos es entre 63 y 90% (media= 78.3%). Estos valores deben ser tomados como base para el aprovechamiento de huevos de *C. moreletii*.

#### 4 ANTECEDENTES SOBRE RANCHEO

El ejercicio más cercano a un esquema de ranqueo que se ha hecho para el cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii*, se llevó al cabo en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en donde se obtuvieron datos de la dinámica poblacional de la especie por tres años (1993 a 1996). Con modelos ecológicos, se determinó que mediante el sistema de ranqueo se podría aprovechar 50% de los huevos silvestres recolectados para incubarlos artificialmente, liberando a la naturaleza tres años después entre 15 y 20% de los individuos obtenidos con lo cual la producción dependerá de la población silvestre (o menos si el ritmo de crecimiento en cautiverio es mayor al silvestre) sin especificar la condición corporal ni proporción sexual de estos. De esta manera, la proporción reproductiva de la población permanecería virtualmente intacta para fines prácticos (Mereditz 1999).

En el caso de los sitios en donde se pretenda realizar el aprovechamiento de nidos del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es necesario conocer la dinámica poblacional, así como otros aspectos básicos de la biología de la especie (los cuales se describen en los capítulos III y IV), esta informa-

ción permitirá evaluar la factibilidad y estrategia de aprovechamiento además de la obtención de los permisos correspondientes.

#### 5 EVALUACIÓN POBLACIONAL Y ESTABLECIMIENTO DE TASAS DE APROVECHAMIENTO

Para el manejo poblacional, se tomará como base la información generada por Casas-Andreu *et al.* (2011) y López-Luna *et al.* (2011) descrita en los requerimientos para el uso sustentable, basados en los éxitos de anidación, eclosión y reproductivo, a través del diagnóstico y el programa de monitoreo específico para la población sujeta a aprovechamiento. Tomando como referencia los programas de ranqueo de Nueva Guinea, Venezuela, Argentina, Zimbabwe, Estados Unidos de América y Australia. Rice (1999) señala que la recolecta de huevos debe estar respaldada por un conocimiento del área y características ambientales de la zona de anidación para poder determinar el momento óptimo de cosecha de huevos que en el caso de *C. moreletii* será entre abril y julio. Con base en lo anterior se podrá estimar la tasa de extracción específica para cada temporada.

Para conocer el estado de la población de *Crocodylus moreletii* es necesario que los responsables técnicos encargados de operar las UMA o PF, realicen un estudio de línea base (conjunto de datos iniciales, que en adelante se toman como punto de referencia) de información de la dinámica poblacional y el monitoreo de los parámetros poblacionales (**indicadores clave y adicionales**; capítulo III). Esta información permitirá establecer tasas de aprovechamiento de nidos a ser implementadas en ciclos de aprovechamiento de cinco años, aunado a ello, el monitoreo permanente de los Indicadores clave permitirá la evaluación del impacto de la extracción sobre la dinámica de la población, y es la herramienta básica para poder ajustar las tasas de extracción al concluir cada ciclo de aprovechamiento de tal forma que se promueva el bienestar de la población sujeta a aprovechamiento.

#### Ciclo de aprovechamiento

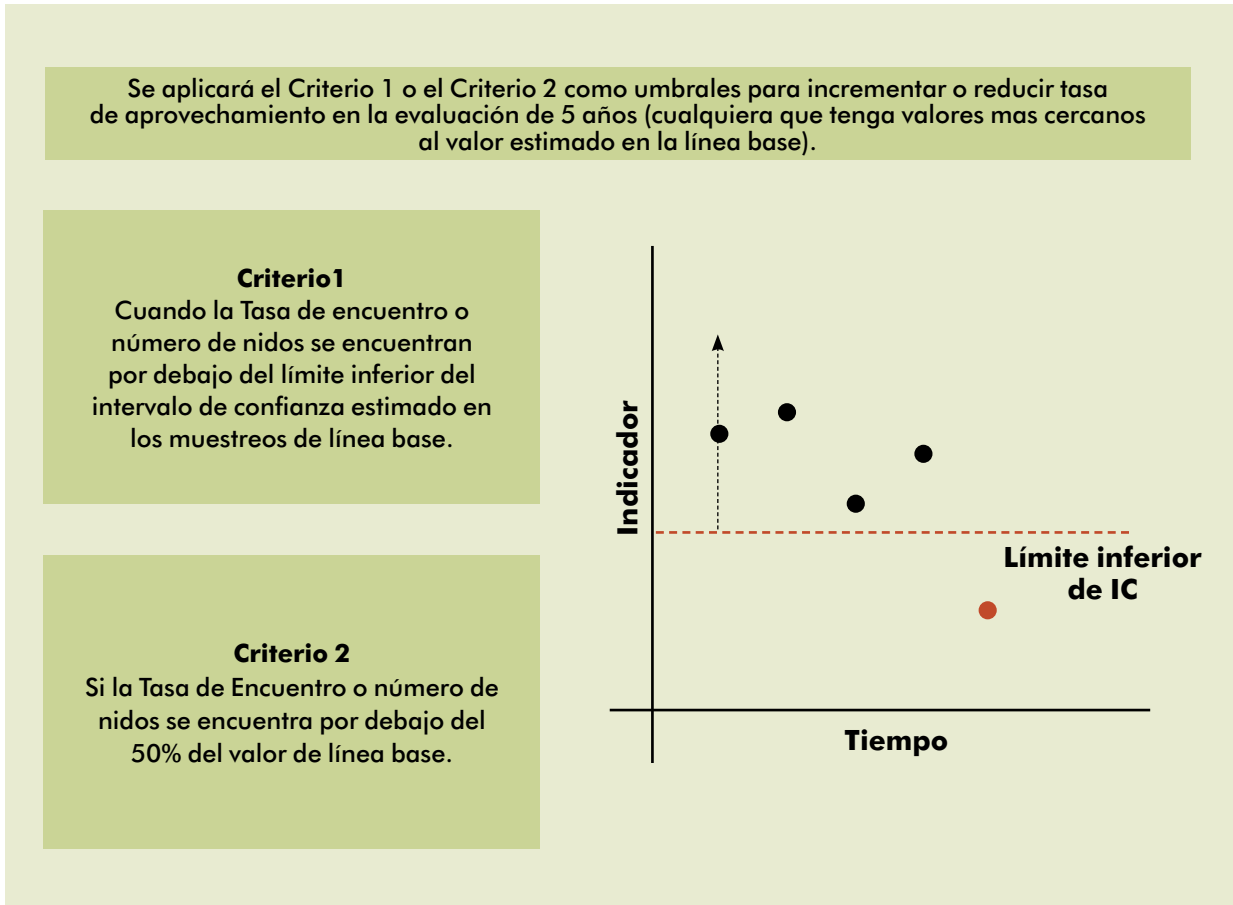
Un ciclo de aprovechamiento se compone de cinco años de aprovechamiento (en el primer ciclo el año 1, antes de establecer la UMA, se considera línea base de información y no hay aprovechamiento).

- ⦿ Ciclo 1 de aprovechamiento.
- ⦿ Durante los muestreos del año uno (sin aprovechamiento) y dos (primer año con aprovechamiento), el DVN se realizará con cinco réplicas en un periodo máximo de 40 días (Woodward y Moore 1993).
- ⦿ En el año tres y cuatro, se realizará un muestreo sencillo al año (un muestreo durante la temporada post eclosión).
- ⦿ El muestreo del año 5, será igual al año uno, es decir, un muestreo con 5 réplicas de DVN en la temporada post eclosión en un periodo nunca mayor a 40 días. Así como un muestreo MRE y un muestreo USN.
- ⦿ En el resto de los ciclos de aprovechamiento se realizará un solo muestreo al año de cada método en los años 1 a 4 de cada ciclo. En el 5º año del muestreo se realizarán cinco réplicas del DVN (cuadro 6).

**Cuadro 6.** Calendario de actividades del programa de monitoreo, aprovechamiento y plan de manejo.

Ciclo de aprovechamiento	Año	Monitoreo		Actividad proyecto piloto	Tasa de aprovechamiento
N/A	1	Septiembre: DVN (5 repeticiones dentro de 40 días) y MRE (1 muestreo)	Julio: USN (1 muestreo solo para conteo SIN ABRIR NIDOS)	Registro de UMA y Plan de manejo	N/A
Primer Ciclo	2	Septiembre: DVN (5 repeticiones dentro de 40 días) y MRE (1 muestreo)	Julio: USN (1 muestreo ABRIENDO Y REGISTRANDO SOLO LOS NIDOS A APROVECHAR)	Solicitud, autorización y ejecución de tasa de aprovechamiento	50% de los nidos encontrados
	3 a 4	Septiembre: DVN y MRE (1 muestreo)	Julio: USN (1 muestreo ABRIENDO Y REGISTRANDO SOLO LOS NIDOS A APROVECHAR)	Solicitud, autorización y ejecución de tasa de aprovechamiento	
	5	Septiembre: DVN (5 repeticiones dentro de 40 días) y MRE (1 muestreo)	Julio: USN (1 muestreo ABRIENDO Y REGISTRANDO SOLO LOS NIDOS A APROVECHAR)	Solicitud, autorización y ejecución de tasa de aprovechamiento Evaluación de tendencias en indicadores cada 5 años desde el inicio del aprovechamiento y ajuste del manejo	
Segundo Ciclo	1 a 4*	Septiembre: DVN y MRE (1 muestreo)	Julio: USN (1 muestreo ABRIENDO Y REGISTRANDO SOLO LOS NIDOS A APROVECHAR)	Actualización del plan de manejo y tasa de aprovechamiento, en su caso Solicitud, autorización y ejecución de tasa de aprovechamiento	Ajuste de tasa con base en evaluación de tendencias

\*A partir del segundo ciclo de aprovechamiento, en los años 1-4; el monitoreo anual es igual que en años 3 a 4 del primer ciclo. En el 5º año de cada ciclo de aprovechamiento se realizará la evaluación de tendencia, actualización de tasas de aprovechamiento y plan de manejo.



**Figura 25.** Criterios para la utilización de los indicadores como base para el aprovechamiento sustentable de *Crocodylus moreletii*.

### Tasa de aprovechamiento y manejo de la población

Con base en los valores de los **indicadores clave** obtenidos en los años 1 y 2 se generarán los valores de referencia para el seguimiento anual de la población (tasa de encuentro y número de nidos) durante el primer ciclo de 5 años. Dichos valores de referencia serán el intervalo de confianza 95% o 50% del promedio; cualquiera que sea más estrecho/cercano a la media (figura 25).

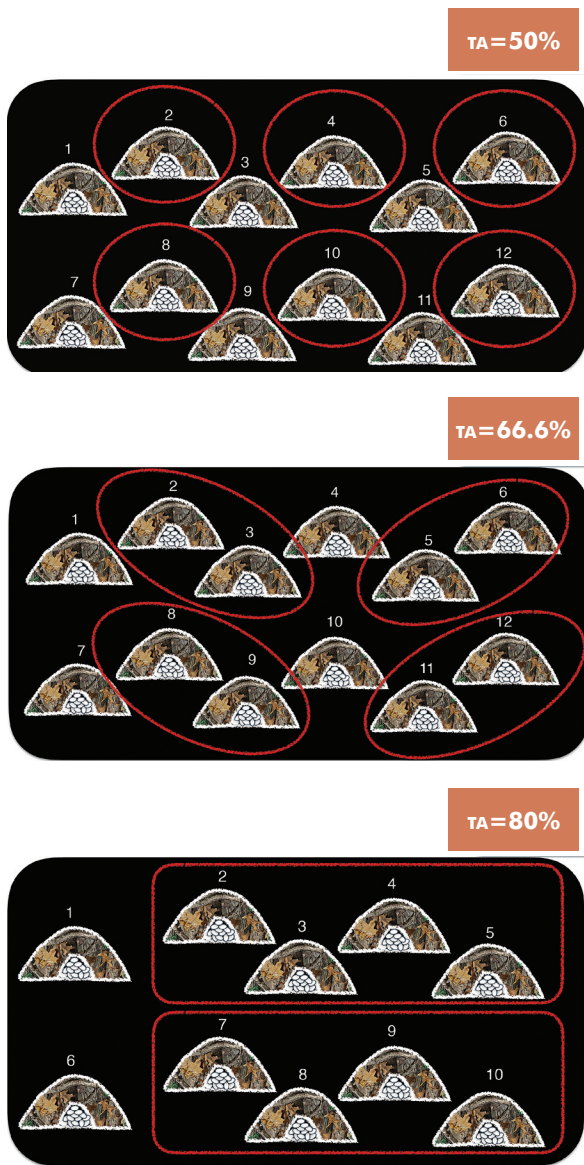
En línea con el principio precautorio y con los acuerdos alcanzados durante el taller Revisión de resultados y avances sobre monitoreo, ranqueo y preparativos para la CoP17 de la CITES sobre *Crocodylus moreletii*, realizado en la Ciudad de México el 3 y 4 agosto de 2016 (Rivera-Téllez *et al.* 2017), en el primer ciclo de aprovechamiento, la tasa anual de extracción será del 50% de nidos encontrados.

### Evaluación de tendencias en indicadores clave y su relación con el aprovechamiento

Al término de cada ciclo de aprovechamiento se evaluará la tendencia de los **indicadores clave** utilizando los datos de todos los años muestreados (a fin de tener datos comparables, los años en los que se hicieron 5 repeticiones de DVN se contabilizará los valores máximos por clase de edad para tener un solo valor a incluir en el análisis de tendencia).

Con base en el análisis de tendencia (análisis de regresión) se revisará si ésta se encuentra dentro de los umbrales definidos. De forma consecuente, en el siguiente ciclo de aprovechamiento se podrá incrementar o reducir la tasa de aprovechamiento (p.e. incrementos progresivos por ciclo al 66 u 80%, o decrementos del 80 al 66%, del 66 al 50% o bien del 50% a la suspensión del aprovechamiento).





**Figura 26.** Estrategia de colecta para el aprovechamiento de nidos de *C. moreletii* por ranqueo, garantizando el cumplimiento de la tasa autorizada (los nidos que se extraen en cada caso se señalan con círculos rojos).

De tal forma, el análisis conjunto de esta información permitirá evaluar a mayor detalle el impacto de las tasas de aprovechamiento ejecutadas sobre la población de cocodrilos ya sean positivas o negativas (cuadro 6).

### Implementación de las tasas de extracción de nidos

Para garantizar que solo será colectado 50% de los nidos, el responsable técnico deberá dejar en el medio silvestre (sin recolectar) el primer nido que encuentre en la temporada, y recolectando el nido que sea encontrado en segundo lugar. El tercer nido registrado también deberá ser dejando en el medio silvestre sin recolectar y el cuarto nido será recolectado, es decir, los nidos con número de registro impar, deberán ser dejados en el medio silvestre sin ser tocados, mientras que los nidos con número de registro par, podrán ser aprovechados (figura 26).

Una estrategia similar podrá ser empleada en caso de que en ciclos de aprovechamiento subsecuentes se modifique la tasa de aprovechamiento. Esta estrategia será indicada por la SEMARNAT al ser autorizada la tasa de aprovechamiento correspondiente. Por ejemplo, si se autoriza 66.6% (2/3 partes) el responsable técnico deberá dejar el primer nido que registre en la temporada, pudiendo recolectar el segundo y el tercer nido registrado. Del mismo modo, deberá dejar el cuarto nido registrado, colectando el quinto y séptimo; es decir, el responsable técnico colectara dos de cada tres nidos registrados, dejando en vida silvestre el primero y recogiendo los siguientes dos.

Tasa de aprovechamiento autorizada del 80% de los nidos: bajo la misma lógica, con tasa de aprovechamiento del 80% (4/5 partes), el manejador dejara el primer nido registrado en vida libre, pudiendo colectar los siguientes cuatro nidos y así sucesivamente (figura 26).

## 6 REINTRODUCCIÓN AL MEDIO SILVESTRE

Con base en las evaluaciones de los **indicadores clave y adicionales**, se determinará la necesidad, y en su caso, el número y clase de los ejemplares a reincorporar al medio silvestre.



Foto: Iván Montes de Oca/Banco de Imágenes CONABIO.

Un **indicador adicional** que puede servir de referencia es la sobrevivencia de neotatos en vida libre. Si al cabo de cada ciclo de aprovechamiento (cinco años), se presenta una sobrevivencia de neotatos baja ( $<0.5\%$ ; Balaguera Reina *et al.* 2015) será necesario considerar el liberar crías de un año de edad (aproximadamente 70 cm) en un porcentaje de entre 10 y 20% de los huevos recolectados; con una proporción de sexos 1:1 en principio, o de acuerdo a los datos recabados. Los ejemplares liberados deben de estar en excelentes condiciones de salud y se liberarán en el mismo sitio donde fue recolectado el nido del que provinieron. Cuando la sobrevivencia de neonatos silvestres sea alta ( $>0.5\%$ ), la liberación de las crías recolectadas probablemente no sea necesaria.

Otro indicador que puede mostrar la necesidad de liberar ejemplares es la estructura poblacional (con base en *DVN*). Considerando que la transición de cría a adulto (Cat. IV) en teoría puede tardar de 6 a 10 años (Domínguez-Laso 2006, Merediz 1999), se esperarían pocos cambios en la estructura poblacional en el primer ciclo de aprovechamiento. De esta forma, si la estructura poblacional ha va-

riado con relación al monitoreo en el año uno, será necesario considerar el liberar un porcentaje de los ejemplares colectados (figura 10b).

Todas las liberaciones deberán realizarse con un cuidadoso programa de supervisión y evaluación comparativa por parte del responsable técnico y en coordinación con las autoridades competentes (DGVS-SEMARNAT, PROFEPA, CONABIO y CONANP en el caso de UMA o PF dentro de ANP) para el mantenimiento de la salud de la población con base en el monitoreo del año uno. Por otro lado, esta evaluación permitirá detectar el nivel de sensibilidad y efectividad de los indicadores (**clave y adicionales**) considerados en el monitoreo.

Antes de ser liberado cualquier ejemplar, debe verificarse que cuente con una grapa o marcaje que permita asociarlo al sitio de liberación y se le deben de tomar todas las medidas señaladas en el formato MRE. En línea con las recomendaciones descritas en el capítulo VII, con el objetivo de poder dar seguimiento de las condiciones que presentan los cocodrilos liberados, todos los ejemplares deben de ser marcados desde que son recolectados de sus nidos.





# Manejo de nidos, extracción y traslado de los huevos

Marco A. López-Luna<sup>1</sup>, Armando H. Escobedo-Galván<sup>2</sup> y Gabriel Barrios-Quiroz<sup>3</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

Una de las etapas críticas en la historia de vida de los cocodrilos es la anidación. Factores bióticos (depredación, competencia intra-específica por sitios para ovopositar, parásitos, presencia de hongos) y abióticos (temperatura, humedad, tipo de sustrato, profundidad, inundaciones) pueden afectar la fertilidad de los huevos, el éxito de eclosión, la supervivencia y el desarrollo de las crías, poniendo en riesgo la viabilidad poblacional a futuro (Mazzotti 1989). Por ello, el manejo de nidos, la extracción y el traslado de los huevos ha sido la base para los planes de manejo y conservación en granjas o cultivos cerrados *farming* (Pooley 1971, Joanen y McNease 1987) y en sistemas de rancho "ranching" (Chabreck 1967, Yadav 1969, Honegger 1971, Youngprapakorn 1972, Bustard 1974).

La inundación y la depredación son consideradas los dos factores principales que afectan el éxito reproductivo de cocodrilos en condiciones naturales. Entre finales de la década de los setenta y principios de los ochenta del siglo xx, en Australia reportaron que las inundaciones eran la principal causa de mortalidad embrionaria en nidos de *Crocodylus porosus* (Webb *et al.* 1977; Magnusson 1982.). En Florida, Platt *et al.* (1995) reportaron este mismo factor en nidos de *Alligator mississippiensis*. En cuanto a la depredación, Chowfin y Leslie (2013) reportaron la pérdida de huevos de *Gavialis gangeticus* por varanos (figura 27).

En el caso específico del cocodrilo de pantano, existen algunos estudios que reportaron un bajo éxito de eclosión debido a eventos de inundación y depredación en los alrededores del Lago de Catemaco (Villegas 2011). También se ha observado la construcción de nidos de *C. moreletii* sobre vegetación acuática (Pérez-Higareda 1980, Platt 2008,

Escobedo-Galván *et al.* 2011, Villegas 2011), pero el éxito de anidación ha sido bajo, ya que se pierden por infiltración (Escobedo-Galván *et al.* 2011). Platt *et al.* (2008) reportaron nidos no exitosos de *C. moreletii* en Belice, de los cuales 27% se perdió por inundación y 61.5% debido a depredación por mapaches (*Procyon lotor*), pecarí de collar (*Tayassu tajacu*) y roedores (*Oryzomys sp.*). Asimismo, las crías que no logran romper el cascarón o que no reciben atención por parte de la hembra son propensas a ser depredadas por hormigas (Platt 2008). La ubicación exacta del sitio del nido es determinante para minimizar el estrés de las hembras de cocodrilos (South African National Standard 2009).

En general, existe información disponible que argumenta que el manejo de nidos, extracción y traslado de los huevos tiene como objetivo principal disminuir la pérdida de nidos y huevos para maximizar la eclosión de crías (éxito de eclosión), mediante procesos de crianza controlada o simplemente para promover la recuperación de una población particular. Esta información sugiere que la extracción de huevos e incubación artificial es una herramienta exitosa para los programas de conservación en cocodrilianos (Pooley 1991, Hutton y Webb 1992).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la recolecta de huevos debe estar respaldada por el conocimiento del área de distribución y características ambientales de la zona de anidación para poder determinar el momento óptimo de cosecha de huevos, previo a la implementación de un programa de aprovechamiento (Larriera 1995, Rice *et al.* 1999, Alonso-Tabet 2009, Espinosa-Blanco *et al.* 2013). El objetivo de este capítulo es proveer de los procedimientos básicos a las personas interesadas en realizar el manejo de nidos, la extracción y el traslado de los huevos del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii*, con fines de manejo, conservación y comercialización.

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, marco.lopez@ujat.mx; <sup>2</sup>Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, elchorvis@gmail.com; <sup>3</sup>Centro de Investigación y Experimentación de Alternativas Agroecológicas CIEA S.C., barriosg910@gmail.com



(a)



(b)

**Figura 27.** Pérdida por inundación de nidos de cocodrilos. Fotos: Gustavo Casas Andreu (a) y Gabriel Barrios Quiroz (b).



(a)



(b)



(c)

**Figura 28.** Medidas preventivas para la recolecta de huevos. Fotos: Jesús Cota Fernández (a, b) y Marco Antonio López Luna (c).

## 2 SEGURIDAD AL MOMENTO DEL MANEJO DE NIDOS

Antes de recolectar los huevos, los miembros del equipo deben de ser entrenados en las técnicas de captura y manejo de cocodrilos; para mayor información, revisar el trabajo de Sánchez-Herrera *et al.* (2011, 2012, 2015) sobre métodos de marcaje y recaptura de cocodrilos de *C. moreletii* (<<http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/publicaciones.html>>).

Aunque no existen estudios con gran detalle, al parecer el comportamiento defensivo de la hembra en condiciones naturales durante el cuidado del nido es menor que en condiciones de cautiverio. Sin embargo, a pesar de ello es importante reducir el estrés de la hembra al momento de la recolección y realizar la recolecta de huevos con la mayor precaución posible. Como la recolección de huevos es una tarea de alto riesgo, a continuación se dan las siguientes recomendaciones que se deben tomar en cuenta antes de realizar el manejo de nidos, la extracción y el traslado de los huevos.

Medidas a realizar antes de la recolecta de huevos:

- ⦿ Antes de acercarse al nido se debe ubicar a la hembra.
- ⦿ Se recomienda un mínimo de tres personas para realizar la actividad.
- ⦿ Utilizar una barrera física portátil, no transparente para evitar algún accidente con la hembra.
- ⦿ Utilizar varas de madera, PVC o bambú de entre 2 a 2.5 m, las cuales también pueden servir para golpear el agua y proteger al recolector.
- ⦿ Equipo necesario para la toma de datos conocer el número de huevos y posición del nido: GPS, vernier, cinta métrica, pesolas, lápiz o marcadores, recipientes para el traslado (figura 28).

Una vez ubicado el nido y que la hembra ha sido capturada momentáneamente o ahuyentada, se deben tomar las medidas estandarizadas con base en los formatos de ubicación y seguimiento de nidos y los datos correspondientes adecuados para esta actividad dentro de la UMA o PF (capítulo IV, anexo 1).



(a)

### 3 RECOLECTA DE HUEVOS

Obtener esta información en la Base de datos de la CONABIO



Sección Monitoreo en Vida Libre/Captura y Edición (EMH, DVN, MRE, USN)/Método USN/Clave CUNA

- ⊙ Clave única de ejemplares (CUNA)
- ⊙ Clave de cada nido aprovechado

Es importante ubicar la cámara de incubación, ya que los huevos no necesariamente se encuentran en la parte central del nido. Se debe destapar la cámara retirando con cuidado el material orgánico que la cubre, comenzando siempre por la parte superior y no por los costados (Villegas 2011). En esta etapa se debe de ser muy cuidadoso, el mejor momento para la recolecta de huevos es durante las primeras 24 horas posteriores a la puesta, ya que el embrión no se ha fijado en alguno de los polos, o 60 días después de la puesta, cuando el embrión ya tiene un tamaño óptimo para soportar movimientos suaves (Hutton y Webb 1992, Bolton 1994; figura 29).

En poblaciones silvestres determinar la fecha de puesta del nido es difícil, por lo cual se recomien-



(b)

**Figura 29.** Técnicas de colecta de huevos de *Crocodylus moreletii*. Fotos: Marco Antonio López Luna (a) y Mauricio González Jáuregui (b).

da la observación de la banda opaca que se desarrolla alrededor del cascarón. Esta banda permite estimar el periodo de incubación transcurrido hasta el momento de la manipulación de los huevos, también se puede determinar la viabilidad del huevo poniéndolo a contra luz (Ferguson 1985, Pooley 1991). La banda opaca comienza a formarse a partir de las 24 horas de puesto el huevo,





**Figura 30.** Huevos bandeados e infértiles (últimos tres) de *Crocodylus moreletii*. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

aunque hay casos en que los huevos recién ovopositados ya presentan banda, debido a que las hembras tienen la capacidad de retener la nidada en el oviducto hasta encontrar las condiciones adecuadas para anidar (Alonso-Tabet com. pers.; figura 30).

Se recomienda descubrir el nido durante las primeras horas de la mañana o entrada la tarde. Si la recolecta no se puede realizar en las horas antes mencionadas, la extracción debe realizarse utilizando algún tipo de sombra para evitar el sobrecalentamiento de los huevos.

Antes de retirar los huevos, utilizando únicamente las manos se marcarán uno por uno con colorante natural o lápiz en la parte superior para indicar su posición dentro del nido. De tal manera que, la marca siempre se encuentre en la misma posición sin modificar su orientación, desde que el huevo es retirado del nido hasta depositarlo en un contene-

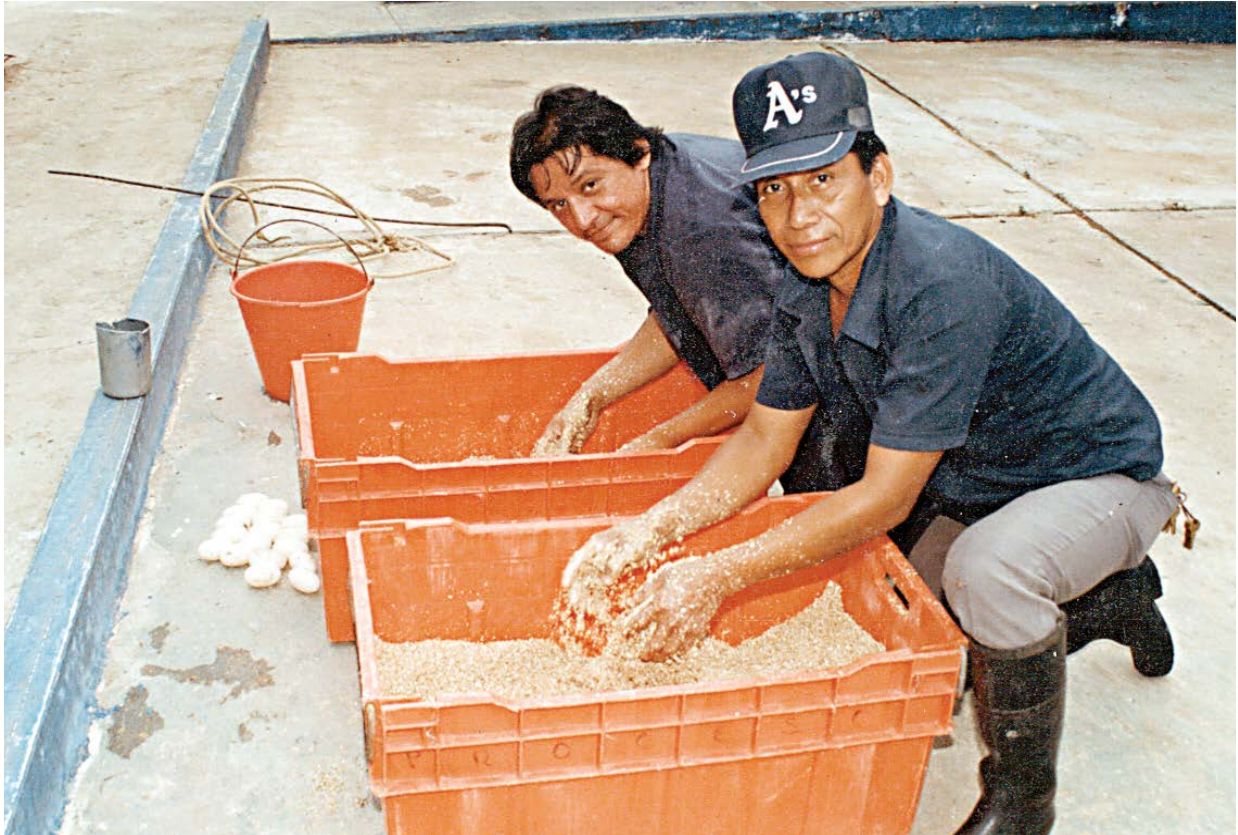
dor de plástico rígido donde se colocarán material del nido y los huevos lo cual ayudará a estabilizarlos física y térmicamente para su transporte hasta la incubadora. No deben colocarse los huevos sobre el suelo caliente o exponerlos directamente al sol, ya que esto puede matar a los embriones o causar eclosiones prematuras (Pooley 1991; figura 31).

Cada huevo se levantará suavemente y sin girarlo hasta colocarlo en el recipiente de incubación en la misma posición como fue tomado, a fin de no alterar con factores adicionales el curso de su desarrollo (véase Sánchez-Herrera *et al.* 2011, 2012, 2015; capítulos y secciones sobre ubicación y seguimiento de nidos (USN)).

Es importante recordar que los huevos de cada nido deben de ser recolectados en recipientes separados y etiquetados con la clave única de ejemplares (CUNA), que deberá ser obtenida de la base de datos del Programa de monitoreo de



**Figura 31.** Manejo y marcaje de huevos en nido de *Crocodylus moreletii*. Fotos: Mauricio González Jáuregui.



(a)



(b)

**Figura 32.** Preparación de vermiculita (silicatos) para incubación de huevos. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz (a) y Cesar Cedillo Leal (b).



cocodrilo de pantano de la CONABIO, para distinguir cada nido del que fueron obtenidos. También cada nido tendrá una clave única asignada por la base de datos de la CONABIO. Es vital que esta información pueda ser trazada desde el momento de la recolección de los huevos y relacionada con la marca o marcas de la cría una vez que ocurra la eclosión y conforme se vaya desarrollando (capítulo IX) pues es la base para que la cadena productiva sea trazable.

Una vez recolectados los huevos se debe de reconstruir el nido como fue encontrado con el fin de no modificar el comportamiento de la hembra para temporadas posteriores en la anidación con el resto del material que no fue utilizado para el transporte (Ferguson 1981, Joanen y McNease 1991, Hutton y Webb 1992, Sánchez-Herrera *et al.* 2011).

#### 4 TRASLADO DE HUEVOS

Los contenedores para el transporte de los huevos deberán cumplir con ciertas características (aislamiento, ligereza, espacio, etc.), puede ser de diversos materiales (madera, unigel, metal, etc.), y con las siguientes dimensiones: 45 cm de ancho x 50 cm de largo x 33 cm de alto aproximadamente. Esto debe adecuarse a la forma de cargar y transportar los huevos. Es necesario que cada contenedor albergue una nidada completa y por separado. Este debe estar provisto de material del nido o vermiculita (silicatos de aluminio, hierro-magnesio) humedecida de aproximadamente 5 cm de grosor, como una primera capa al fondo del contenedor que fungirá como colchón para los huevos. Se tratará de colocar los huevos en una distribución similar a aquella en que se encontraban dentro del nido verdadero, cubriendo los espacios con material del nido o vermiculita para evitar que se fracturen o rompan por completo.

Una vez que todos los huevos se recolectaron, deben cubrirse con otra capa según el material que se haya utilizado, con el fin de evitar la deshidratación, y nunca deberán tocar las paredes ni la tapa del contenedor mientras se trasladan a la ubicación final donde serán incubados. Las cajas no deben llenarse hasta el borde, con el objetivo de dejar una cámara de aire cuando la tapa se encuentre puesta (incubación artificial transitoria).

La humedad del sustrato se debe mantener por lo menos al 85%, para mantener el intercambio de agua durante el desarrollo embrionario. Un exceso de humedad en el material puede ahogar el embrión.

En algunas de las cajas, se debe de colocar un registrador de datos (*datalogger*; Hobo®) para vigilar la temperatura y humedad relativa dentro de la caja cada 90 min. Otro *datalogger* debe ser colocado en la parte exterior para conocer las condiciones ambientales fuera del nido (figura 32).

El procedimiento descrito es simple, adecuado y eficaz para el traslado de huevos fuera de los sitios donde fueron puestos (Espinoza Blanco *et al.* 2013). Lo anterior debe considerarse para mantener la temperatura de los huevos, evitar movimientos bruscos, golpes y la manipulación ruda que podría causar la muerte del embrión y para que el huevo pueda ser transportado al sitio donde se realizará la incubación final (Joanen y McNease 1977, Hutton y Webb 1992, Bolton 1994, Ojeda *et al.* 1998, Sánchez-Herrera *et al.* 2011). Es importante insistir que durante el traslado de los huevos se debe evitar el exceso de movimientos y ruidos, ya que si las recolectas se realizaron en días cercanos a la eclosión, estos pueden estimular la eclosión prematura de crías, lo que podría ocasionar una baja tasa de supervivencia (Pooley 1991, Mandujano-Camacho y Hénaut 2014).

**Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO**

**Sección Monitoreo en Cautiverio/Bitácora CUNA**

- ☉ Registrar el CUNA de los huevos que fueron perdidos durante el transporte de vida libre a la incubadora (anexo 2b).

Es recomendable que el sitio final donde se incuben los huevos (incubación artificial permanente) se encuentre cerca de los de recolecta con el fin de que el tiempo de traslado, así como la manipulación excesiva no sean factores para una baja tasa de eclosión (menos del 50%) (Espinoza-Blanco *et al.* 2013). Si se quiere realizar una manipulación en cuanto al sexo de las crías, es importante hacer las recolectas en los primeros 15 días después de la puesta cuando el sexo del embrión aún no se ha definido (véase capítulo VIII para mayor información).





# Incubación

María de la Paz López Vázquez<sup>1</sup> y Tix Chel Vázquez<sup>2</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

La finalidad de este apartado es dar a conocer el método de incubación artificial, donde se abordarán temas como: morfología de los huevos, etapas en el desarrollo del embrión y técnicas de incubación, así como el tipo de incubadora artificial recomendada para obtener crías sanas y fuertes; que puedan incorporarse a la cadena de desarrollo y crecimiento en las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de modalidad intensiva o extensiva o predios federales (PF).

Este Protocolo va dirigido a las UMA en vida libre o PF que establecerán las comunidades, mismas que tendrán sus incubadoras artificiales y contenedores para crías, donde la etapa de incubación juega un papel muy importante, ya que es la clave del éxito o fracaso del manejo de la especie bajo este esquema. Posteriormente, las crías serán vendidas a las UMA intensivas, las cuales tiene como objetivo el aprovechamiento comercial que a su vez las crecerán para la obtención de pieles de alta calidad.

En diferentes países del mundo, la conservación de los ecosistemas se basa en la multimillonaria industria del comercio de las pieles de cocodrilianos, mismos que se sustentan en los programas de cosecha y rancheo (Webb 2014). El éxito radica en la calidad de los huevos, en una correcta recolección de los mismos y sobretodo en una adecuada incubación. El periodo de incubación inicia desde el momento en que la hembra ovoposita los huevos en el nido hasta que las crías eclosionan (Huchzermeyer 2003).

## 2 MORFOLOGÍA DE LOS HUEVOS

La forma de los huevos de los cocodrilos es ovalada y de color blanco, el tamaño y la textura puede variar dependiendo de la especie. Para *Crocodylus*

*moreletii*, es un huevo de tamaño mediano, con una textura lisa por la parte exterior del huevo, muy rígida y fuerte. El peso varía dependiendo el tamaño del huevo, así como del desarrollo embrionario dentro del mismo (Casas-Andreu *et al.* 2011, López-Luna *et al.* 2011; figura 33).

La cáscara contiene un conjunto de poros finos poco visibles, los cuales son vitales para el transporte de oxígeno (hacia el interior del embrión) y dióxido de carbono (hacia afuera del embrión); si un huevo se sumerge en el agua, el intercambio de gases cesa y el embrión muere. Los poros son también sitios por los que puede penetrar el agua ocasionando que éste se hinche o que pierda agua, provocando su colapso (Hutton y Webb 1992).

## 3 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL HUEVO

- ⊙ El huevo de los cocodrilos tiene dos capas, una externa rígida y una capa interna flexible.
- ⊙ La capa externa rígida, es lisa y porosa y principalmente constituida por calcio.
- ⊙ La capa interna flexible, consiste de capas internas fibrosas que contienen proteínas (membrana testácea).
- ⊙ La principal función de la cáscara o capas exteriores es proteger el contenido (el embrión) de influencias mecánicas o agentes patógenos, así como proveer al huevo con la fuerza mecánica para mantener su forma, ayuda al intercambio de agua y gases y es un reservorio de minerales para el crecimiento del embrión (Gunther 2005).

Los huevos contienen gran cantidad de vitelo (yema) que es rico en nutrientes proteicos y de otros tipos. El huevo contiene más de la que el embrión pueda necesitar para su desarrollo hasta la eclo-

<sup>1</sup>UMA Caimanes y Cocodrilos de Chiapas (CAICROCHIS), [chiapasius@hotmail.com](mailto:chiapasius@hotmail.com); <sup>2</sup>UMA Punta Del Este, Sociedad de Producción de Bienes o servicios "Cocodrilos Maya" S.C. de R.L de C.V., [tixchel@hotmail.com](mailto:tixchel@hotmail.com)



sión, este exceso de yema sirve como reservorio de energía (además de proveer vitaminas, minerales y elementos menores) para las primeras semanas de vida de los neonatos.

La masa de los huevos de cocodrilos varía entre los 52 g para *Alligator mississippiensis* a 113 g para *Crocodylus siamensis* (Ferguson 1985). Para *Crocodylus moreletii* se reporta un peso promedio de los huevos de 62.4 g (Casas-Andreu *et al.* 2011).

#### 4 DESARROLLO EMBRIONARIO

Al momento de la puesta, el exterior del huevo se cubre con un moco proveniente del oviducto. En ese instante, todos los huevos de una misma puesta contienen embriones de más o menos el mismo estadio de desarrollo (4 mm de largo). Estos se encuentran adheridos al interior de la membrana vitelina, la cual rodea la yema y ésta se balancea libremente dentro de la albúmina si el huevo es movido.

Cerca o al momento de la puesta, el fluido circundante (albúmina) es menos denso que la yema, éste fluido y el embrión ascienden al polo superior del huevo sin importar la orientación del mismo; de este momento y durante las 24 horas siguientes a la puesta, la albúmina que está directamente encima del embrión se deshidrata y el embrión se adhiere a la membrana de la cáscara.

La deshidratación afecta ésta membrana de la cáscara y es responsable del punto opaco que aparece en la cáscara en dicha posición. Si el huevo se rompe o se gira antes de que se adhiera el embrión, la yema se balanceará y el desarrollo continuará normalmente; pero cuando el embrión se adhiere (es decir, cuando ya se ha formado el punto opaco), la yema ya no podrá moverse en ningún sentido, de modo que si el huevo es invertido, el embrión quedará debajo de la yema y por consiguiente, morirá.

Después de que el embrión se adhiere en la parte superior de la membrana de la cáscara, la deshidratación de la albúmina continúa y dentro de la yema, más agua resulta transportada hasta el polo superior, debajo del embrión. La deshidratación es responsable de que el punto opaco se expanda



**Figura 33.** Características de huevos de cocodrilos. Foto: Iván Montes de Oca/Banco de Imágenes CONABIO.

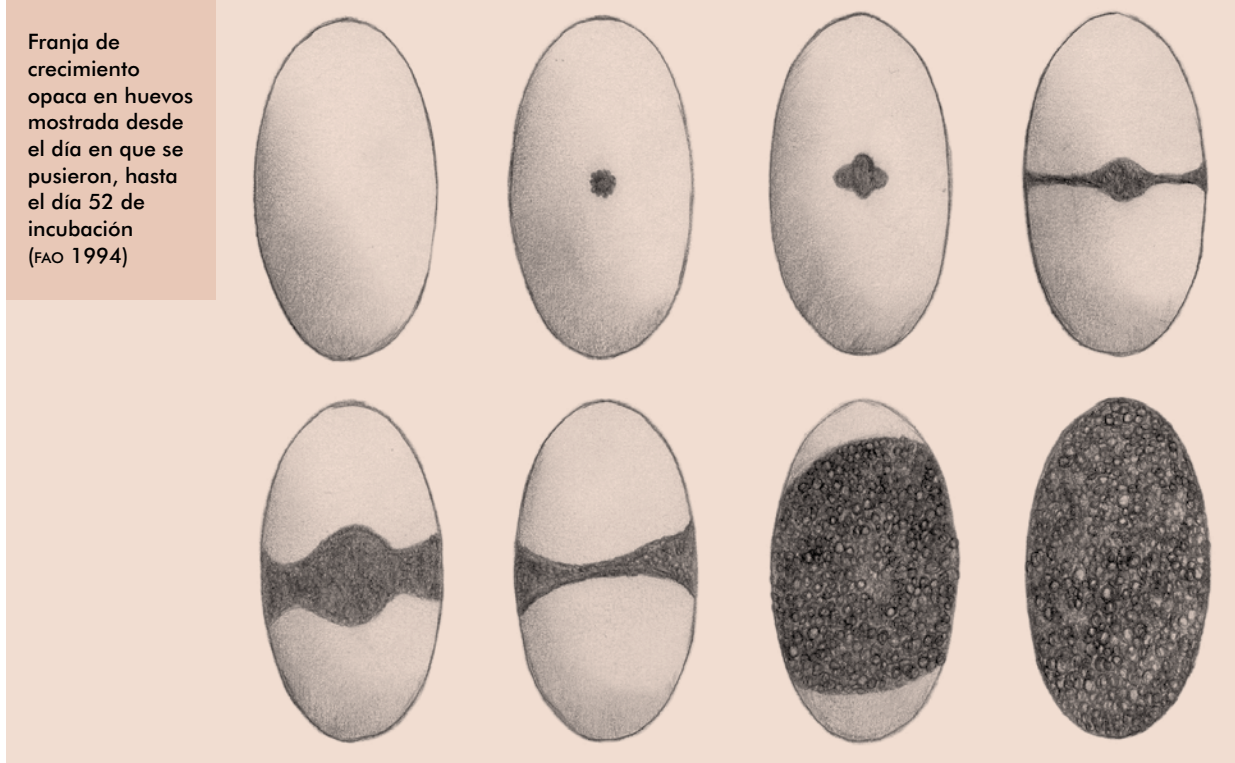
y se convierta en una banda alrededor del huevo. Es en esta banda que el embrión crece inicialmente (figura 34).

Es importante que pasadas las primeras 24 horas de la puesta no se mueva o gire el huevo, el cual debe permanecer intacto dentro del contenedor en la incubadora. En la mayoría de las aves el embrión se adhiere a los dos polos del huevo, por lo que es necesario moverlo constantemente para que éste no muera, a diferencia de ello, los cocodrilianos no voltean sus huevos durante la incubación.

Posteriormente, el embrión desarrolla un saco (alantoides) en el que deposita todos sus productos de desecho y en el exterior de este saco se desarrollan vasos sanguíneos que se extienden hacia cada polo del huevo. Durante este tiempo el resto del huevo se vuelve opaco.

El desarrollo del embrión y sus membranas se refleja, hasta cierto punto, en la formación de la banda opaca en el huevo, y esto puede aprovecharse para distinguir aquellos que cesaron su desarrollo. Dentro del huevo, el embrión desarrolla un saco vitelino para la yema (que no debe confundirse con la membrana vitelina), que rodea el contenido de la yema y transporta nutrimentos dentro del embrión. Asimismo, la cascara del huevo contiene calcio y magnesio necesario, que resulta metabolizado en beneficio del desarrollo de los huesos del embrión.





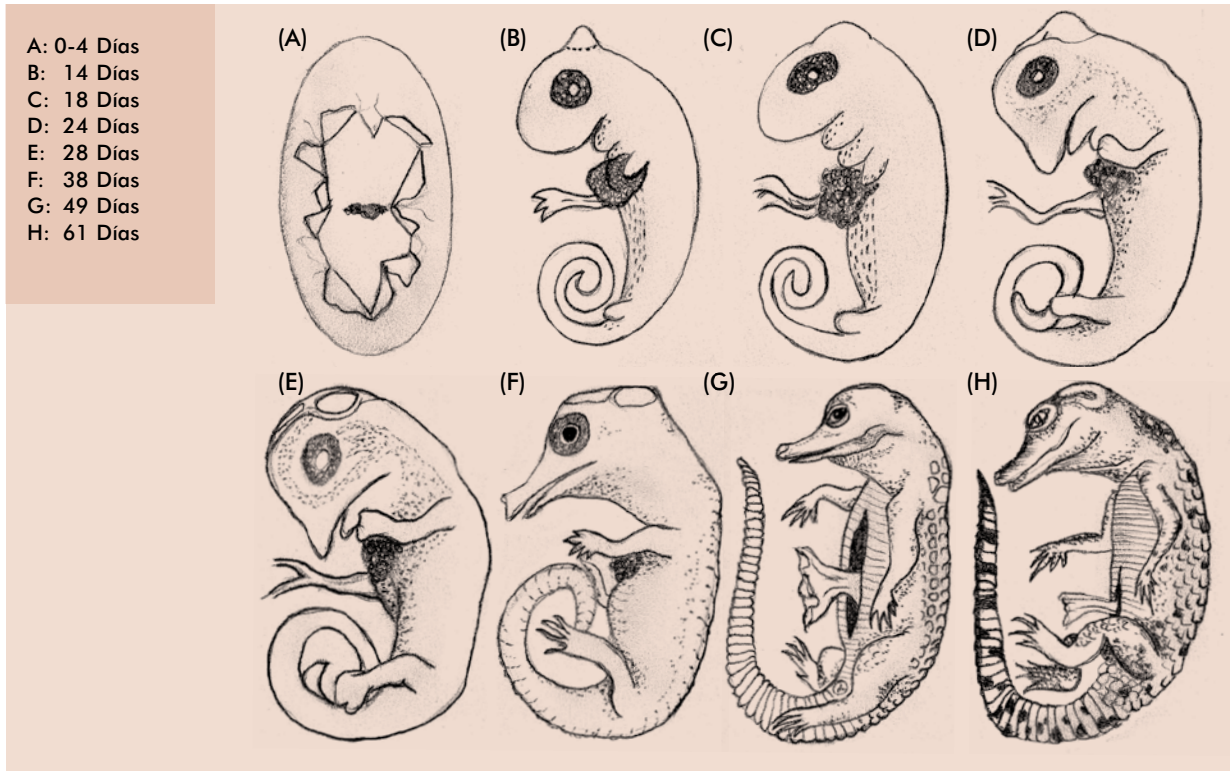
**Figura 34.** Desarrollo de la franja de crecimiento en cocodrilianos. Fuente: FAO 1994.

Los huevos infértiles no desarrollan la banda y raramente se infectan, ya que la yema y la albúmina contienen importantes defensas antimicrobianas. Cuando el huevo infértil es abierto, la albúmina aparece uniformemente traslúcida y la yema es amarilla uniforme. Los huevos que han sido fertilizados, pero mueren dentro del oviducto de la hembra son muy similares a los huevos infértiles, pues casi nunca desarrollan bandas y muestran un mínimo de degradación durante la incubación.

Desde el punto de vista del manejo dentro de la incubadora, cuando los huevos son fértiles es muy importante el monitoreo diario del desarrollo embrionario, para tener la certeza de distinguir entre huevos sanos y huevos infértiles, y evitar la contaminación en todo el recinto durante la incubación. Por eso es importante saber identificar los huevos infértiles, o la muerte embrionaria temprana, antes de comenzar la incubación (Hutton y Webb 1992).

A continuación se describen las etapas de desarrollo embrionario del género *Crocodylus* por días, con el fin de que se pueda identificar, previamente o ya dentro de la incubadora, la viabilidad de los huevos (figura 35):

- ⊙ **0 – 2 días.** El embrión es muy pequeño y no es fácil de distinguir, inicia el desplazamiento a la parte superior del huevo, que permitirá su fijación. La albúmina es pegajosa en torno a la yema de gran tamaño (Bolton 1994).
- ⊙ **7 días.** El embrión es transparente, puede alcanzar a verse como un rastro de sangre. Éste ya se ha fijado a la membrana y exteriormente puede verse como un punto o franja. Cualquier movimiento o cambio de posición del huevo puede desprender el embrión y ocasionar su muerte. Esta etapa es muy delicada.
- ⊙ **14 días.** En la yema se observa claramente una raya de sangre de aproximadamente 2 cm de largo. El embrión mide 13.5 mm e inicia el crecimiento de las extremidades, particularmente se alcanzan a ver los ojos como dos manchas negruzcas. Exteriormente, la franja oscura se ha extendido hacia los extremos del huevo.
- ⊙ **24 – 28 días.** El embrión mide 22 mm, los dedos de manos y pies empiezan a crecer, las rodillas y codos pueden distinguirse, la



**Figura 35.** Desarrollo embrionario de cocodrilianos. Fuente: FAO 1994.

mandíbula se empieza a extender y los órganos a desarrollarse visiblemente. Externamente, la franja obscura prácticamente ya ha cubierto todo el huevo.

⊙ **49 días.** El embrión mide 118 mm y es más flexible; ya presenta la forma básica del cocodrilo, las escamas del cuerpo son nítidas y las escamas de la cola ya presentan una cresta elevada. El corazón se encuentra en la cavidad ventral, la cual todavía no se cierra. Exteriormente el huevo se torna completamente opaco.

⊙ **61 días.** El embrión mide 160 mm, los ojos y párpados se encuentran casi totalmente desarrollados, la tapa del oído ya se ha desarrollado completamente, el cráneo no ha terminado de cerrar y aún se alcanza a ver el cerebro. La yema se ha transformado en una masa sólida. Las uñas son duras y todavía no se palpan los dientes.

⊙ **84 días.** El embrión está casi completo, mide 220 mm, tiene ya todos los órganos desarrollados y la yema se acumula en el vientre. Los dientes se pueden palpar endurecidos.

⊙ **92 días.** Eclosión. La yema restante será absorbida paulatinamente por el cuerpo (Gunther 2005).

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO 

**Sección Manejo en Cautiverio/Baja de Ejemplares**

⊙ Registro del CUNA de huevos detectados como infértiles o muertos durante la incubación (anexo 2b).

De acuerdo con las experiencias, hoy en día de las granjas de cocodrilos en nuestro país, el período de desarrollo embrionario para *Crocodylus moreletii* es de 70 días aproximadamente, dependiendo el manejo que se le dio a la incubadora, particularmente en cuanto a la temperatura y humedad, que son factores muy importantes para el desarrollo del embrión (Casas-Andreu *et al.* 2011). El ambiente de incubación debe ser tal que las pérdidas y ganancias de agua sean mínimas. Un espacio de aire dentro del huevo no es una característica normal de los huevos de cocodrilianos y, si se presenta, indica deshidratación.

## 5 INCUBACIÓN ARTIFICIAL

La incubación artificial es aquella en la que interviene el ser humano para dar las condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento del embrión fuera de su entorno natural. Al momento que las hembras ovopositan los huevos en la cámara de puesta de los nidos, y son removidos de dicha cámara y hay intervención del ser humano, inicia la incubación artificial. Cuando se abre la cámara de puesta de los huevos se rompe el balance entre temperatura, humedad e intercambio de gases que se tiene en el nido, por lo que en ese momento hay que proporcionar las condiciones necesarias para recuperar el balance perdido, sin que los ejemplares sufran una descompensación o muerte embrionaria.

El proceso de incubación se puede dividir en dos etapas, la incubación artificial transitoria y la incubación artificial permanente.

### Incubación artificial transitoria

Esta se considera desde la apertura de la cámara de puesta de los huevos por la hembra en el nido hasta la colocación de los huevos en la incubadora artificial permanente. Durante la fase transitoria de la incubación artificial (p.e. transporte de los huevos del sitio de anidación hasta la incubadora) debe garantizarse que los huevos sufran el menor estrés entre el nido y la incubadora artificial, donde el embrión crecerá y se desarrollará. Este proceso puede tomar entre unas horas y varios días, dependiendo en dónde se encuentren el área de anidación y la incubadora artificial permanente (véase Ubicación, mantenimiento y traslado de crías capítulo IX).

### Incubación artificial permanente

Es la que se desarrolla en una incubadora artificial, en la cual permanecerán los huevos, evitándose el movimiento de los mismos, durante toda la etapa de crecimiento y desarrollo del embrión hasta su nacimiento (eclosión). La incubadora artificial proporciona las condiciones ambientales similares a las existentes en los nidos en cuanto a temperatura, humedad, y oxigenación. La permanencia de los huevos en la incubadora varía dependiendo la fecha de recolección y la temperatura; así, cuando el nido es recolectado minutos u horas después de

la puesta en condiciones óptimas, la eclosión se da entre 70 y 75 días. Sin embargo, con baja temperatura (29°C) hay reportes que indican eclosiones a los 90 días después de la puesta.

## 6 FACTORES FÍSICOS INVOLUCRADOS EN LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



### Sección Manejo en Cautiverio/Bitácora incubadora (anexo 2b)

#### Seguimiento a la incubación

- ⊙ Fecha de inicio de incubación
- ⊙ Fecha de la primera eclosión
- ⊙ Fecha de la última eclosión
- ⊙ Fecha de fin de incubación

#### Parámetros de incubación

- ⊙ Al menos un registro por semana de temperatura (°C) y humedad (%) de la incubadora.

#### Nidos en incubación

- ⊙ Número de nidos (con clave del nido) incubados

### Temperatura

Hay que tomar en cuenta muchos estudios publicados en los *Proceedings* del Grupo Especialista en Cocodrilos de la SSC-UICN (CSG-IUCN) en los que se menciona la relación de la temperatura y la determinación del sexo. Una correcta temperatura garantiza un buen desarrollo del embrión y una buena absorción del saco vitelino, además de mejorar el tiempo de incubación y reducir la mortalidad. La temperatura también es un parámetro que influye en la determinación del sexo y se presenta, para la mayoría de las especies de cocodrilianos, durante la primera mitad del desarrollo embrionario (Hutton y Webb 1992).

En el cocodrilo de pantano, el sexo se determina por la temperatura durante la incubación de los huevos, es decir, es una especie en la que el sexo depende de la temperatura, al igual que sucede con todas las especies de cocodrilianos (Deeming 2004). Se recomienda, específicamente para *C. moreletii*, que los huevos se incuben a temperatura constante en un intervalo de 30 a 33°C; así mis-



**Figura 36.** Control de temperatura en nido de *Crocodylus moreletii*. Foto: Mauricio González Jáuregui.

mo, se considera que si la temperatura es de 32°C ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ) se obtendrán machos y a temperaturas por debajo de los 31°C y arriba de 33°C se producen hembras, esto mismo lo consideran (Hutton y Webb 1992).

### Humedad

La deshidratación del huevo es un factor de mortalidad muy frecuente o cuando hay un exceso de humedad el embrión muere por asfixia. La incubación debe realizarse en un ambiente constante de alta humedad 99% (Hutton y Webb 1992, Bolton 1994, Brien *et al.* 2007) que permita al cascarón realizar el intercambio de gases y agua naturalmente, además de facilitar la descomposición química del cascarón. Cuando hay deshidratación (humedad por debajo del 90%) se afecta la eclosión, el desarrollo del embrión y se originan neonatos anormales. Si hay contacto directo del agua con los huevos, se hinchará el huevo causando su ruptura y contaminación, y por lo tanto habrá muerte embrionaria (Hutton y Webb 1992, Brien *et al.* 2007).

### Intercambio gaseoso ( $\text{O}_2$ y $\text{CO}_2$ )

Con temperatura y humedad óptimas, el intercambio de gases ( $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$ ) será adecuado (Hutton y Webb 1992). Hay que cuidar que el cascarón no tenga agua en la superficie que bloquee los poros del huevo y reduzca este intercambio de gases, situación que puede afectar el desarrollo del embrión.

Es recomendable contar con termómetros ambientales, higrómetro, vaporizador o aspersores y ventilador si se tiene una caseta de incubación artificial (Hutton y Webb 1992, Bolton 1994), ya que con estos se podrán ir monitoreando día a día los factores físicos antes descritos (figura 36).

## 7 CARACTERÍSTICAS PARA UNA INCUBADORA ARTIFICIAL

Hay varios tipos de incubadoras artificiales que pueden incubar huevos de cocodrilianos. Las hay desde ollas de barro hasta cuartos aislados acondicionados específicamente para este fin. Para ob-



**Figura 37.** Ejemplos de incubadora artificial tecnificada y rustica en el Estado de Tabasco. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.



**Figura 38.** Cámara de incubación UMA Cocodrilos Maya. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

tener crías de alta calidad a partir del rancheo, lo ideal es contar con incubadoras artificiales permanentes en cuartos aislados con equipos especializados que permitan tener temperatura constante entre los 30 y 33°C, humedad relativa de 95 a 99% y oxigenación apropiadas para el manejo en zonas rurales.

Dependiendo la cantidad de huevos a incubar, deberá elegirse el tamaño de la incubadora que se pretendera construir. El material para construir la infraestructura puede ser de paredes hechas con tabique y finamente repelladas, los techos pueden ser de losa firme o de lámina, y es importante contar con aislante térmico, dependiendo de las fluctuaciones de temperatura históricas en el sitio donde se establecerá la incubadora; en algunos casos se cubren las paredes con material aislante.

Las incubadoras utilizadas por UMA intensivas con capacidades para 3 mil a 9 mil huevos se describen en el Plan de manejo tipo para *Crocodylus moreletii* cría en cautiverio publicado por la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2014). Estas pueden estar equipadas con toda la tecnología existente, con la cual se controla la temperatura y humedad o de forma rustica (figura 37).

### UMA Cocodrilos Maya

La UMA Cocodrilos Maya (municipio de Ciudad del Carmen, Campeche) tiene una incubadora de 56 m<sup>2</sup>, con tres cuartos de incubación internos de 15 m<sup>2</sup> cada uno. Cuenta con piso de calefacción hidrónico, que es un sistema de agua caliente que circula por el piso para calentar la superficie a través de un calentador solar regulado por un termostato, para mantener la temperatura ideal (Manuel Muñoz com. pers.). El piso de cada área es totalmente impermeable, para mantener un espejo de agua de 3 a 4 cm, y así dar la humedad necesaria a la atmósfera del recinto; cuenta con anaqueles de concreto en donde se tiene capacidad de 200 nidos con un promedio de 35 huevos por nido.

Las tres áreas internas de incubación tienen suficiente capacidad para manejar el número de huevos incubados y por otro lado, cuando la etapa final de incubación se aproxima, las crías inician vocalizaciones que indican el momento de la eclosión. En ese momento se trasladan a otro cuarto, para que sus voces no estimulen la eclosión pre-



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 39.** Se ejemplifican las características generales de las incubadoras con fotografías de Cocodrilos Maya. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz (a) y Juan Carlos Cremieux Grimaldi (b, c, d).

matura de las restantes (figura 38). De igual forma, se cuenta con un área de piletas, donde se mantiene a las crías por algunos días, mientras completan la absorción del saco vitelino (Tix Chel Vázquez com. pers.).

### UMA Cocodrilos de Palizada

En Santa Isabel, municipio de Palizada, Campeche, se localiza la UMA Cocodrilos de Palizada que es una comunidad rural que tiene 10 años de actividad en el manejo de *C. moreletii*, la cual cuenta con una incubadora de 8.28 m<sup>2</sup> construida de paredes de poliestireno cubierta de concreto, para

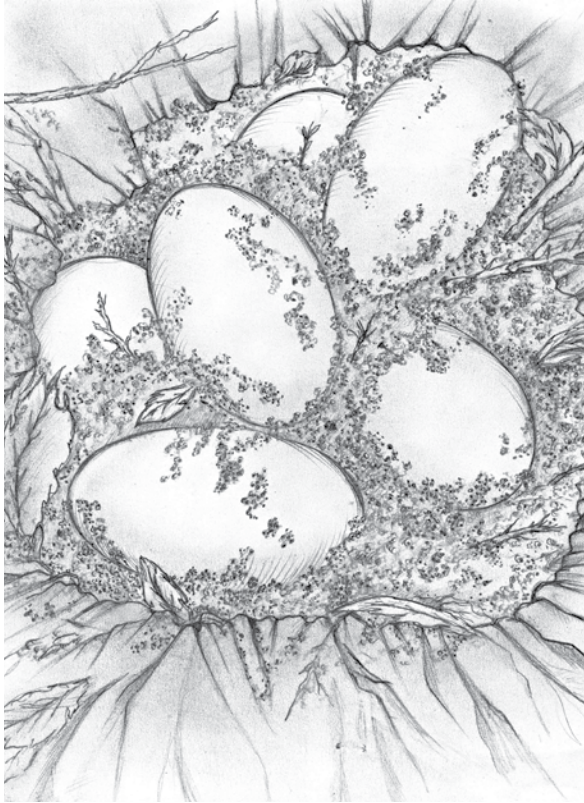
ayudar a mantener la temperatura, con techo del mismo material. Tiene capacidad para incubar 3 mil huevos de cocodrilos distribuidos por nidos en anaqueles de plástico de cuatro niveles (Mauricio García com. pers.; figura 39).

## 8 MANEJO DE LOS HUEVOS DENTRO DE LA INCUBADORA

Al momento de recibir las cajas o contenedores donde vienen resguardados los huevos (fase transitoria de la incubación artificial), se procede al manejo de estos dentro de la incubadora artificial permanente donde se tiene el ambiente óptimo.

Procedimiento de manejo del huevo en la incubadora

Ilustraciones: Silvia García Navarro, con información de Jonathan Pacheco Pizano



Descubrir los contenedores de transporte de acuerdo al orden en que llegaron, y observar cómo vienen en su interior tanto el material del nido como los huevos.



Es importante tener preparados los contenedores y el sustrato (vermiculita) donde estarán colocados los huevos durante el periodo incubación.

La vermiculita tiene que colocarse en el contenedor aproximadamente a un cuarto de capacidad y añadirle un litro de agua aproximadamente (el material se expande con la humedad), para que posteriormente se coloquen los huevos de una sola nidada. Se coloca una etiqueta con los datos de: fecha de recolecta, sitio de recolecta, total de huevos, número de hembra, y personal que manejó el nido y limpieza.



3

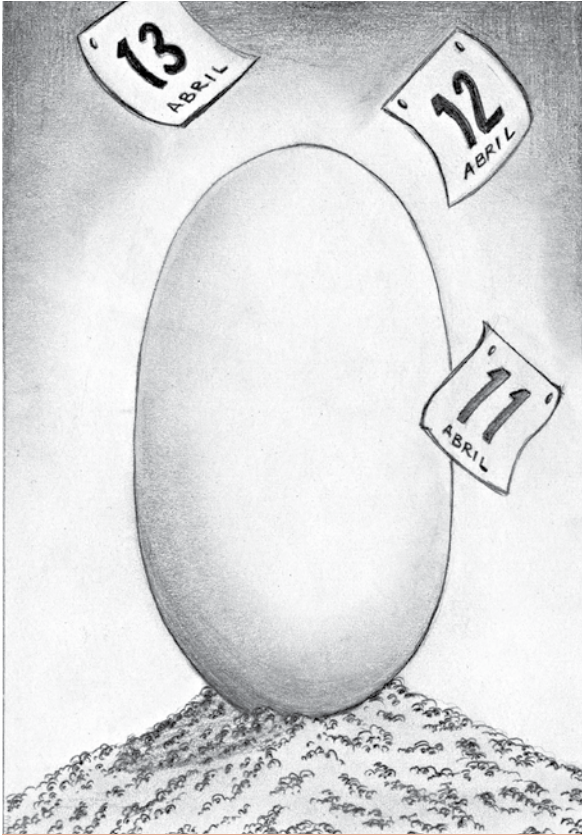
Se sacan uno a uno los huevos y se colocan en los contenedores de la incubadora artificial permanente, donde se quedarán todo el tiempo de incubación. Es muy importante evitar girarlos o moverlos mucho, por lo que en la posición que están deben colocarse en los contenedores permanentes (cajas de unicel de 60 cm por 40 cm de ancho) que ya deben estar preparados con la vermiculita (que reemplazará las funciones del material del nido) con el objetivo de los huevos que tengan un sustrato húmedo. Es importante mencionar que no deben lavarse los huevos ni utilizar ninguna solución para desinfectarlos, ya que lo único que causará es una muerte embrionaria prematura.



4

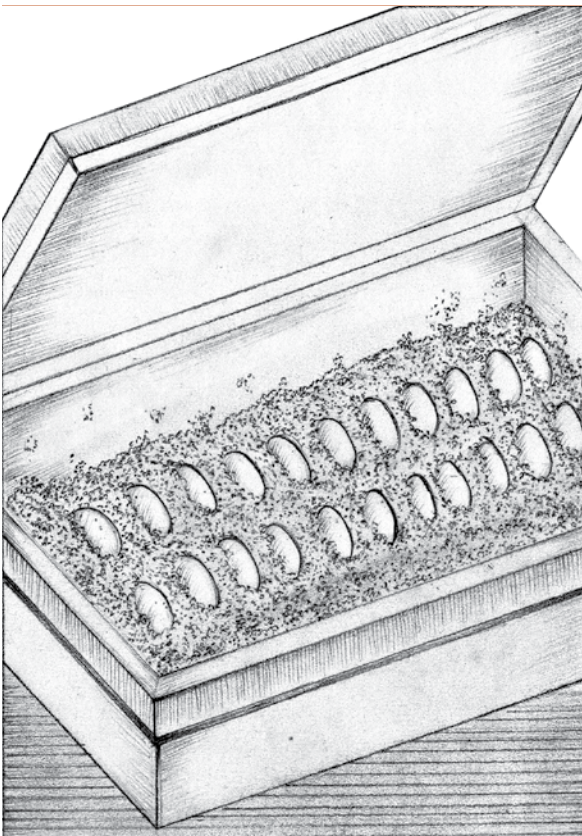
Huevos que estén descompuestos, quebrados (rotos) o que sean infértiles (de acuerdo con el esquema de fases del desarrollo embrionario descrito anteriormente), hay que desecharlos para evitar futuras infecciones a los huevos que están sanos.





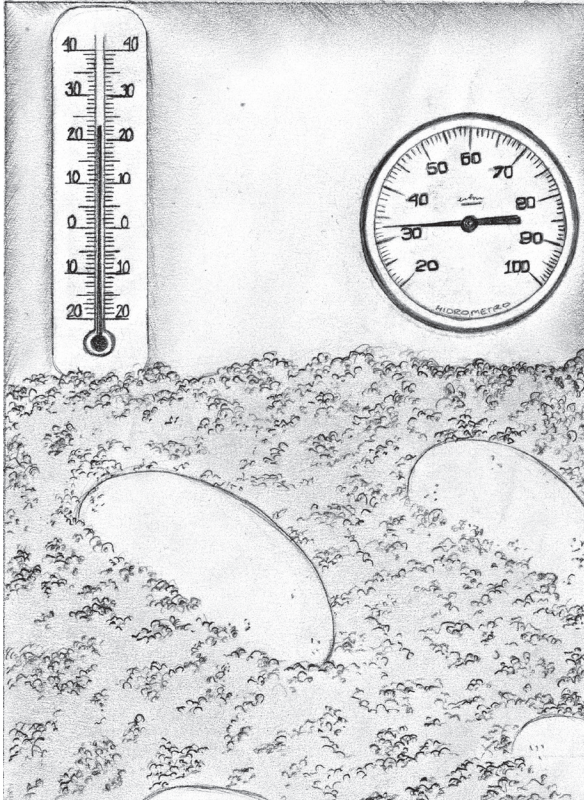
5

Es muy importante valorar la posible fecha de puesta, conforme al grado de desarrollo embrionario, para determinar la potencial fecha de eclosión.



6

Teniendo preparados los contenedores para incubación con los huevos, y habiéndose obtenido todos los datos importantes de cada nidada, se recomienda trasladarlos a las repisas dentro de la cámara de incubación, donde permanecerán hasta el momento de la eclosión de las crías.



En necesario revisar todos los días cada uno de los nidos, para determinar cómo va el proceso del desarrollo embrionario de cada huevo. Así mismo será preciso revisar el termómetro y el higrómetro, para verificar que la temperatura como la humedad del ambiente sean las adecuadas.

**Cuadro 7.** Comparación de éxito de eclosión en diferentes granjas del mundo.

Nombre de la granja	Huevos recolectados desde granja	Huevos recolectados en medio silvestre	Eclosión	% de eclosión
Nilo Crocodiles Ltd.		19 589	12 303	62.81
Galaxy Crocodile Farm		2 096	823	39.27
Lafarge Ecosystem	1 124	-	449	39.95
Baobab Crocodile Farms	503	-	287	57.06
Kenya Crocodile Farm	4 979	-	3 169	63.65
MarkEast Book Crocodile Farm	366	-	183	50.00
<b>Totales</b>	<b>6 972</b>	<b>21 685</b>	<b>17 214</b>	
<b>% promedio de viabilidad en granja</b>	-	-	-	<b>52.67</b>
<b>% promedio de viabilidad en vida silvestre</b>	-	-	-	<b>51.04</b>
<b>% promedio de éxito de eclosión</b>	-	-	-	<b>60.01</b>

Fuente: CITES 2006.

Un aspecto fundamental es mantener una bitácora de datos donde se anoten todos los eventos del periodo de incubación. Esta información ayudará a determinar los factores que resultaron en el éxito de la eclosión de crías, o factores que determinaron la muerte embrionaria durante la incubación.

Algunas granjas en Sudáfrica o Estados Unidos de América, han producido indicadores de viabilidad de manejo de huevos a través del porcentaje de eclosión (cuadro 7).

Los valores del cuadro 7, pueden tomarse como indicadores relativos de un porcentaje de viabilidad y fertilidad en nidos. Al realizar un comparativo de las producciones de *UMA* intensivas y con resultados de protocolos de ranqueo en otros países, 60% de eclosión de la totalidad de los huevos recolectados y puestos en la incubadora permanente se considera un resultado positivo (Juan Carlos Cremieux com. pers.). Cabe destacar que en otros sitios, como en Louisiana (EUA) se han alcanzado éxitos óptimos de incubación para *A. missisipensis* de alrededor del 90% de eclosión (Masser 1993).





# Cuidado de las crías desde la eclosión hasta la venta

Juan Carlos Cremieux Grimaldi<sup>1</sup> y María de la Paz López Vázquez<sup>2</sup>

## 1 INTRODUCCIÓN

**E**n este capítulo se describen las técnicas de manejo y cuidado de las crías de *Crocodylus moreletii* desde de su eclosión, desarrollo hasta la etapa final de crianza para su posterior venta, aprovechando todo el cuidado y trabajo previo que se les dio desde el momento de la recolección, traslado y posterior incubación artificial descrito en los capítulos anteriores, con el objetivo de obtener ejemplares sanos y fuertes.

Al momento de eclosionar en vida silvestre, las crías son fisiológica y morfológicamente fuertes para poder sobrevivir. Sin embargo, durante los primeros meses de edad son altamente vulnerables a los depredadores naturales. En el medio natural, las crías se alimentan de pequeños insectos y crustáceos que habitan en el mismo lugar donde nacieron, lo que les permite evitar la necesidad de desplazarse (Grigg y Kirshner 2015).

Por otro lado, en cautiverio las crías recién nacidas y hasta alcanzar el primer año de vida, necesitan cuidados especiales para sobrevivir durante esta primera etapa de su desarrollo. El principal factor que se debe minimizar al máximo es el estrés, pues éste es el causante de que las defensas naturales de los cocodrilos bajen y se presenten enfermedades (Webb *et al.* 1987). Por lo que, es de suma importancia dar a las crías las condiciones favorables de temperatura, alimentación y recintos amplios y limpios.

Una cría que nace sana, fuerte, que recibe los cuidados y manejo adecuados, incluyendo medidas sanitarias, es un ejemplar que tiene todas las cualidades para formar parte de los destinados a un aprovechamiento sustentable con miras a la exportación de productos de alta calidad. Igualmente, con miras a la repoblación con individuos sanos

y robustos, que por ello tienen una mayor oportunidad inicial de sobrevivir. Por lo tanto, debe proveérseles desde muy temprano con condiciones similares a las que enfrentarán el resto de sus vidas en libertad (Hutton y Webb 1992; figura 40).

## 2 CUIDADO DE LAS CRÍAS

Existen cuatro principios básicos para obtener los mejores índices de supervivencia y desarrollo en la etapa neonatal en los cocodrilos que son: manejo del neonato, mantenimiento de un alto ritmo metabólico, eliminación de estrés y una nutrición adecuada.

## 3 MANEJO DE LOS NEONATOS

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



**Sección Manejo en Cautiverio/Bitácora CUNA**

### Seguimiento a la incubación

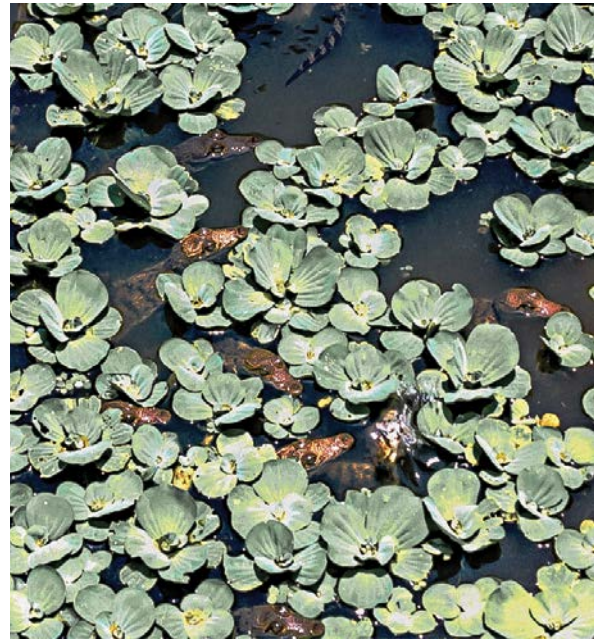
- Información de cada CUNA al momento de la eclosión (anexo 2b)
- Fecha de eclosión
- Datos morfométricos: sexo, LT (cm), peso (g), LHC (cm)
- Condición física: prematuro, normal, deformación congénita

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, una adecuada incubación determina la supervivencia y desarrollo de las crías de cocodrilo y las primeras semanas después de su eclosión son de importancia crítica (Hutton y Webb 1992). Por ello, se recomienda atender los siguientes pasos, una vez que se haya concluido el proceso de incubación y las crías sean retiradas del cuarto de incubación:

<sup>1</sup>UMA Punta Del Este, Sociedad de Producción de Bienes o servicios "Cocodrilos Maya" S.C. de R.L. de C.V., cremieux77@gmail.com; <sup>2</sup>UMA Caimanes y Cocodrilos de Chiapas (caicrochis), chiapasius@hotmail.com y caicrochis@hotmail.com



(a)



(b)

**Figura 40.** Crías de cocodrilos criados en UMA del estado de Tabasco. Fotos: Marco Antonio López Luna (a) y Gabriel Barrios Quiroz (b).

### Manejo y desinfección de la cicatriz umbilical en los recién nacidos

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



#### Sección Manejo en Cautiverio/Bitácora CUNA

##### Seguimiento a la incubación

- ⊙ Registrar por CUNA el momento del cierre de la cicatriz umbilical (anexo 2b).

Al momento de la eclosión de las crías, éstas deben ser tratadas profilácticamente aplicando una desinfección tópica de la cicatriz umbilical con algún tipo de antiséptico como es la violeta de geniana en aerosol cuando los animales son sacados del área de eclosión (Pooley 1991), mediante lo cual se evitan posteriores infecciones. Los neonatos deben mantenerse separados en grupos de talla similar, hasta que el cordón umbilical caiga y el ombligo cierre completamente (Hutton y Webb 1992). Este punto es importante pues una cicatriz umbilical demasiado abierta es un defecto que, si no se toma en cuenta o no se aplican las anteriores medidas, podría afectar de forma negativa el grado de calidad de las pieles (Serge Castagne com. pers.).

### Medición y pesaje de neonatos

Capturar esta información en la Base de datos de la CONABIO



#### Sección Manejo en Cautiverio/Bitácora CUNA

##### Seguimiento a la incubación

- ⊙ Registrar al menos una vez al mes por CUNA: LT (cm), LHC (cm), Peso (g) y fecha del registro (Bitácora de CUNA, anexo 2b).
- ⊙ El primer registro de CUNA deberá de ser a las 72 horas después de la eclosión.

#### Sección Manejo en Cautiverio/Baja de Ejemplares

- ⊙ Registrar por CUNA el momento en el que muera un ejemplar (ya sea por causas naturales, enfermedad, o bien por su sacrificio para venta) para darlo de baja de la población cautiva. Informando detalles de la muerte con fines estadísticos (anexo 2b).

Las crías deben ser medidas 72 horas después de la eclosión, tomando la longitud total (LT) y longitud hocico cloaca (LHC) y pesadas, proceso que posteriormente debe continuar con una frecuencia mensual o bimestral con el fin de verificar los



**Figura 41.** Toma de biometrías de cocodrilos en diferentes etapas de su desarrollo. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.



**Figura 42.** Densidad poblacional de crías de *Crocodylus moreletii* en una UMA del estado de Tabasco. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

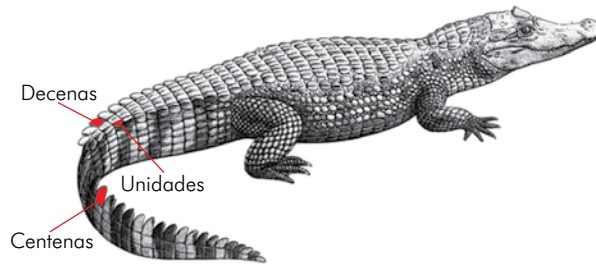
progresos de crecimiento de los ejemplares (De la Ossa 2001). La forma más rápida de pesar a las crías consiste en adaptar una caja liviana preferentemente de material plástico a una balanza de resorte y poner en cero la balanza (figura 41).

### Aclimatación de recién nacidos

Una vez limpiadas y desinfectadas las crías, se recomienda mantener en oscuridad a los neonatos a una temperatura de 30 a 32°C, en un sitio que puede ser la incubadora donde eclosionaron o un cuarto destinado exclusivamente para neonatos, por un lapso de 48 a 72 horas. Lo anterior se efectúa con el fin de ayudarles en el proceso final de absorción del saco vitelino, que en los recién nacidos es muy notorio (se aprecia el abdomen abultado) e implica que no han absorbido totalmente el vitelo. Los ejemplares prematuros (con el vientre ampliamente distendido por vitelo no absorbido) deben mantenerse separados en pequeños grupos de 15 ejemplares por cada 0.50 m<sup>2</sup> hasta que el vitelo sea completamente absorbido y el ombligo esté cerrado. El piso de estas áreas destinadas a los neonatos debe mantenerse tan limpio como sea posible y debe lavarse con algún tipo de desinfectante no tóxico para los cocodrilos antes de colocar a los neonatos (Pooley 1991; Hutton y Webb 1992).

Es aconsejable mantener a los neonatos en un cuarto seco o, si tiene que ser al aire libre, el lugar debe ser uno a prueba de depredadores y que posea sitios con sombra y sol. Los neonatos tienden a amontonarse y, si son demasiados, esto puede provocar mortalidad por asfixia. Se recomiendan pequeños compartimentos de 0.50 m<sup>2</sup> con 20-30 neonatos como máximo para eliminar este peligro y, a la vez, facilitar la separación en grupos de tamaño similar, de preferencia con diferencias de tallas no mayores de 3 cm como, por ejemplo, crías de 22 a 24 cm de longitud total y crías de 26 cm de LT en adelante ya que el intervalo al nacer oscila de 22 a 27 cm y puede separarse de forma práctica en dos grupos (Casas-Andreu *et al.* 2011, Juan Carlos Cremieux com. pers.; figura 42).

Como referencia, las crías de cocodrilos del Nilo (*Crocodylus niloticus*) parecen preferir y beneficiarse de temperaturas ligeramente superiores que los juveniles de mayor edad. Algunas granjas los mantienen de manera exitosa a 34°C en las primeras 4-6 semanas, antes de bajar las tem-



**Figura 43.** Marcaje de crías de cocodrilos mediante corte de escamas caudales. Fotos: Gabriel Barrios Quiroz.

peraturas a 30-32°C. En otras especies (p.e. el aligátor americano, *Alligator mississippiensis*) el incrementar las temperaturas inmediatamente después de la eclosión puede causar estrés de calor y enfermedades. Con los cocodrilos estuarinos (*Crocodylus porosus*), el transferir las crías directamente desde la incubadora a los acuaterrarios de levante (areas con sustrato de tierra y zonas con agua que se emplean para incrementar el peso de los ejemplares mediante alimentación específica) a 32°C se traduce en supervivencia y tasas de crecimiento altas (4 cm por mes). En general, los recién nacidos deberían estar sometidos de manera inmediata a las condiciones que experimentarán en el resto de sus vidas, y eso no debería variar (Hutton y Webb 1992).

En el caso del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) se tiene que, como resultado de la experiencia en las granjas de tipo intensivo, mantener a las crías recién eclosionadas a una temperatura del agua a 32°C muy semejante a las condiciones de incubación, disponibilidad de oxígeno y humedad, se evita el estrés y los organismos absorben perfectamente el saco vitelino; asimismo, comienzan a alimentarse a partir de los 10 días y esto influye en el crecimiento y desarrollo futuro de los ejemplares (Tix Chel Vázquez com. pers.).

## 4 MARCAJE

Una vez terminado el periodo de 48 a 72 horas después de la eclosión, se puede realizar el proceso de marcaje de los ejemplares que no presenten problemas de abdomen distendido o abultado o si es el caso, esperar de 3 a 7 días para permi-

tirles la absorción completa del saco vitelino y evitar, mientras tanto, el estrés de los ejemplares por la manipulación.

Existen tres métodos utilizados comúnmente para la identificación de ejemplares, los cuales se recomiendan según su costo y duración de la marca: amputación de escamas caudales (corte de quillas), placas metálicas y microchips (Plan de manejo tipo para *Crocodylus moreletii*, SEMARNAT 2014).

### Amputación de escamas caudales (corte de quillas)

Es un método que consiste en cortar las crestas o quillas caudales desde su base aplicando un cicatrizante para evitar su infección. Garantiza la identificación de hasta por lo menos 999 individuos sin repetir un solo número y es un marcaje permanente. La numeración de este tipo de marca se determina asignando valores a las quillas o escamas de la cola. La mitad proximal de la cola que es más ancha presenta dos filas laterales de quillas y la mitad distal de la cola solo presenta una fila.

La numeración inicia en la unión de las tres filas de escamas. La numeración de las unidades (del 01 al 09) corresponde a la fila de quillas o crestas caudales de la mitad derecha de la cola proximal al cuerpo, las decenas (del 10 al 90) serán representadas por la fila de quillas de la mitad izquierda de la cola proximal al cuerpo y finalmente las centenas están representadas por la fila de quillas sencilla de la mitad de la cola distal al cuerpo (Benito 1988).





**Figura 44.** Marcaje mediante colocación de grapas interdigitales. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

Este método no representa un costo importante, salvo por el material empleado para el corte de las escamas como puede ser bisturí, navaja o cuchillos y se puede utilizar como cicatrizante dar unos toques de violeta de genciana para prevenir algún tipo de infección (figura 43). No obstante, es altamente recomendable el uso de grapas interdigitales en lugar de cortes de quilla sobretodo en ejemplares cuyo destino es el comercio internacional, pues además de mejorar su trazabilidad, no daña la piel con el patrón de corte y no existe el riesgo de confusión con heridas generadas durante el encierro (p.e. conflictos con otros ejemplares).

### Grapas interdigitales

El método de marcaje con grapas presenta ventajas interesantes por su facilidad de colocación. Se ha probado tanto en cautiverio como en vida silvestre, y los resultados demuestran que, si son colocadas adecuadamente, pueden permanecer adheridas al ejemplar hasta por 10 años o más. La aplicación requiere de pinzas especiales con las que se coloca la grapa en las membranas interdigitales entre los dedos de las patas traseras de las crías. Se recomienda que la persona encargada adquiera previamente suficiente experiencia, para evitar en lo posible colocar en mala posición la grapa y que esta pueda perderse.

Las grapas incluyen un código grabado de tres letras y cuatro dígitos ejemplo: CMY0001 que permite la identificación individual, el costo por pieza oscila en los \$2.5 pesos y el precio de la pinza para su colocación es de unos \$600 pesos, aproximadamente. Particularmente, en el caso del Programa de monitoreo México-Belice-Guatemala para *Crocodylus moreletii*, se han utilizado las iniciales del país correspondiente y cuatro números progresivos (MX 0001; figura 44). En este caso, para los sitios pilotos, se recomienda incluir la CUNA en la grapa de cada ejemplar, de esta forma será posible continuar su trazabilidad desde la recolección en vida libre, hasta su aprovechamiento.

### Microchip

Es un sistema electrónico, costoso en comparación con los anteriores. Existen en el mercado diferentes marcas, presentaciones y tamaños que se ajustan a las necesidades de cada usuario, tiene un costo aproximado de 10 dólares por chip y el equipo lector o pistola lectora ronda el precio de 150 dólares.

El método consiste de un microchip (memoria magnética, pasiva) encapsulado e insertado en una aguja que puede colocarse en una jeringa. Se aplica debajo de la piel de la base de la cola del lado izquierdo y se lee con un detector provisto de una pantalla, que al



acercarse a la zona donde este implantado, aparecerá en la pantalla el número correspondiente. El número debe coincidir con el de la etiqueta que acompaña al microchip. La aplicación de este dispositivo requiere de entrenamiento previo.

No es conveniente para ejemplares sujetos a aprovechamiento, pues durante el mismo, resulta difícil ubicar el chip con precisión y dado que la carne se destina al consumo humano, se corre el riesgo de desperdiciar grandes secciones de los cortes de la cola. Todo sistema de marcaje requiere de mantener un riguroso manejo y control de los códigos o referencias numéricas, para evitar traslapar o equivocar marcas, lo cual, de ocurrir, generaría problemas importantes en el control, manejo e identificación de los ejemplares (SEMARNAT 2014).

## 5 UBICACIÓN, MANTENIMIENTO Y TRASLADO DE CRÍAS

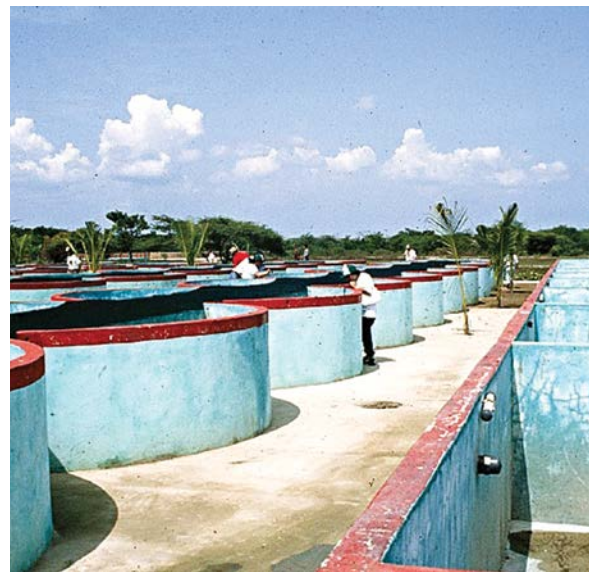
Una vez concluido el proceso de marcaje de los ejemplares es el momento ideal para trasladar a las crías a su destino final de venta, pero si no se pudiera realizar el traslado en este periodo es necesario mover a las crías a sus nuevos recintos. Por ello, hay que tener en cuenta la densidad, la cual se explica a detalle más adelante, y características de los estanques que pueden ser utilizados para el desarrollo o estancia provisional de las crías.

Se recomiendan recintos circulares dentro de una caseta de ambiente controlado con el fin de mantener las mejores condiciones ambientales, que asegure mínimo estrés y una máxima supervivencia y crecimiento, cuidando la calidad de la piel. La construcción y los materiales deben apoyar este supuesto, por tanto, las paredes y suelos deben ser sólidos y lisos en su interior, a fin de que las crías no se lastimen con las estructuras y además el piso debe tener un desnivel de 0 a 20 cm como máximo, para mantener una zona con agua y otra seca. Se aconseja que se equipe con un sistema de calefacción y ventilación, a fin de mantener una temperatura constante de 32°C. Aprovechando la tendencia natural de las crías a buscar ocultarse para sentirse seguros, este recinto debe procurar baja o nula iluminación y suficiente aislamiento (SEMARNAT 2014; figura 45).

Además de los recintos circulares, también se pueden utilizar encierros rectangulares, cuidando de separar a las crías por grupos de tallas como se



**Figura 45.** Casetas de ambiente controlado Cocos Maya. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.



**Figura 46.** Infraestructura requerida para crecimiento de cocodrilos. Foto: Gustavo Casas Andreu.

mencionó en la etapa anterior. Los alojamientos pueden ser de (20x60 cm) inclinados y con agua, de manera que la mitad del espacio quede sumergido en agua con una profundidad de 20 cm y la otra parte seca, en el piso firme (García-Grajales et al. 2015; figura 46).

## 6 DENSIDAD EN ENCIERROS

Otro aspecto importante sobre los recintos de desarrollo o provisionales es mantener una densidad adecuada de ejemplares y no sobre poblarlos, ya que



**Figura 47.** Densidades poblacionales de acuerdo a sus tallas en UMA del sureste de México. Fotos: Juan Carlos Cremieux.

esto conduce a un incremento en la competencia por la comida y un abuso por los individuos más fuertes y agresivos. Lo anterior da como resultando un mayor número de heridas y, por tanto, posibles infecciones.

Densidades más bajas resultan en crecimiento más homogéneo de los individuos y mayor probabilidad de detectar síntomas de enfermedad o animales heridos. Joanen y McNease (1979) y Pooley (1991) sugieren, para *A. mississippiensis*, poner

atención en mantener densidades no mayores de un individuo/0.3m<sup>2</sup>, aunque las opiniones difieren pues para el caso de *C. niloticus*, Blake (1974) considera apropiada un área de 0.18 m<sup>2</sup>/animal después de un año, y Van der Reit (1987) sugiere una densidad de 0.56 m<sup>2</sup>/animal.

Para el caso de *Crocodylus moreletii* la experiencia que se tiene en criaderos intensivos del sureste de México es que, para el caso de crías recién naci-



das y hasta los tres meses de edad, se recomienda una densidad de 0.10 a 0.15 m<sup>2</sup>/individuo, en los ejemplares desarrollados en recintos con densidades de 0.30 m<sup>2</sup>/individuo durante su primer año de vida pueden tener crecimientos muy similares a los obtenidos con *A. mississippiensis* (Juan Carlos Cremieux com. pers.; figura 47).

La mortalidad de las crías (hasta un año de edad) es usualmente del 10% al 5% o menos en criaderos que mantienen un ambiente de incubación adecuado, cualquiera que sea la especie. Típicamente, hay un incremento en la mortalidad después de uno o dos meses, hasta que el animal se acople y después el porcentaje de mortalidad declina. Hay criaderos que han experimentado pérdidas entre 50 y 100% causadas por fallas en el manejo especialmente por temperaturas inadecuadas (muy frías). Incluso con condiciones ambientales adecuadas puede ocurrir una mortalidad elevada (10 al 25%) relacionada con el estrés (Hutton y Webb 1992).

## 7 ALIMENTACIÓN Y RITMO METABÓLICO ALTO

Trascurrido el periodo de 10 días de su eclosión, una vez que se observe la absorción completa del saco vitelino y que los ejemplares ya han sido trasladados a los recintos de desarrollo o provisionales, es momento de comenzar la alimentación y mantener un ritmo metabólico alto en los ejemplares hasta concretar su venta.

Una recomendación para crías que van a ser vendidas a criaderos de engorda es realizar el proceso de venta antes de que consuman el primer alimento, para evitar el estrés o inapetencia de los organismos por el cambio de dieta. Sin embargo, si esto no es posible se tiene que realizar lo siguiente:

Para inducir a las crías a la alimentación, en algunos criaderos se dejan a los neonatos de una misma nidada juntos y se les ofrece una variedad de alimento. Para el caso de *Crocodylus moreletii*, se han realizado estudios de alimentación con dietas principalmente basadas en proteína de origen animal como pollo, pescado y carne roja (Barrios-Quiroz y Casas-Andreu 2010) en las que se han obtenido buenas tasas de crecimiento de hasta 3 cm mensuales.



**Figura 48.** Preparación de alimento en UMA del estado de Tabasco. Foto: Gabriel Barrios Quiroz.

Se recomienda comenzar con ofrecer 10 g de alimento por ejemplar diariamente seis veces por semana y realizar aumentos en la cantidad de alimento semanalmente del 5% según la apetencia de las crías, siempre dejando una pequeña cantidad excedente de alimento para que los cocodrilos puedan alimentarse a saciedad. La forma de verificar que los ejemplares no se han quedado hambrientos es la presencia, o no, de alimento en el enierro al día siguiente. Si hay sobrantes, éstos deben retirarse para colocar siempre alimento lo más fresco posible (Juan Carlos Cremieux com. pers.).

Existen alimentos balanceados especialmente diseñados para cocodrilianos en forma de pellets con porcentajes de proteína del 45% al 54% utilizada principalmente en aligátor americano. La desventaja de este tipo de alimento es su alto costo y que los criadores tienen que evaluar la relación costo-beneficio de la utilización de este tipo de alimento, aunque hay indicios de que con él se consiguen las tasas de mayor crecimiento (Serge Castagne com. pers.).

Otro aspecto relevante, es la manera como se les ofrece el alimento a las crías, ya que estas no pueden manipular y digerir grandes trozos de comida.

Por lo tanto, usualmente son alimentadas con los alimentos molidos. Es preferible ofrecer la comida en trozos, pero este proceso requiere de mayor mano de obra, por lo cual es más común la trituración, que además facilita la mezcla de suplementos (figura 48).

Aunque los cocodrilos silvestres se alimentan de noche, en condiciones de cautiverio pueden ser acondicionados para comer a cualquier hora. En este sentido, por organización y facilidad es recomendable alimentar diariamente a las crías por la mañana, retirar los restos de comida por la tarde y realizar la limpieza del recinto cuando la calidad del agua baje, que por lo regular es cada dos días (Serna 2010).

Existen otros métodos utilizados en criaderos donde se mantienen a los ejemplares en estanques de aguas someras y tibias (sin parte seca), y que al momento de suministrar el alimento son vaciadas. Esta estrategia maximiza la cantidad de comida que se consume (esta no se pierde en el agua) pero la comida debe disponerse en forma muy dispersa, para evitar peleas y heridas entre los individuos. Cabe mencionar que en climas menos cálidos, el vaciado de los recintos por unas pocas horas puede afectar su temperatura de manera adversa, impactando de manera negativa la alimentación y crecimiento de las crías.

A manera de orientación y ejemplo, en el caso del aligátor americano (*Alligator mississippiensis*) se inicia la alimentación con raciones secas o una mezcla de carne y/o pescado unos pocos días después de la eclosión sin ninguna dificultad. Sin embargo, con otras especies como el cocodrilo del Nilo (*Crocodylus niloticus*), las crías podrían necesitar que se les ofrezcan presas vivas (se pueden usar termitas aladas, renacuajos y pequeños peces vivos) para inducirlos a alimentarse al principio, y más adelante puede iniciarse la oferta de alimento inanimado. Una vez que algunos individuos comienzan a comer, el resto los sigue; con base en ello, algunos granjeros de cocodrilos estuarinos y de babas (*Caiman crocodilus*) introducen con los recién nacidos a individuos pequeños del año previo, para que los enseñen a comer (Hutton y Webb 1992).

Como en cualquier animal, las deficiencias nutricionales ocurren y tienen efectos significativos en el crecimiento y la mortalidad. En casos extremos

podría ocurrir que los animales estén sobrealimentados, pero lo más usual es que se presenten deficiencias en minerales y vitaminas (Hutton y Webb 1992).

## 8 MANEJO DE ESTRÉS EN CRÍAS

Otro aspecto importante para el buen desarrollo y supervivencia de las crías es la eliminación del estrés. Comúnmente, los cocodrilos y en especial los neonatos se amontonan, se agitan y esto reduce su apetito, siendo un problema muy común en diferentes criaderos.

Evitar el estrés es el problema perpetuo de los criaderos, pues es difícil de explicar y de descifrar. Algunos estímulos que causan estrés son las temperaturas fluctuantes de manera desordenada, ruidos repentinos, o intensos y recurrentes, movimientos, manipulaciones y deshidratación. Estas alteraciones resultan en obvios síntomas de estrés, como por ejemplo el amontonamiento. Sin embargo, existen otras manifestaciones más sutiles de estrés, que escapan a la atención del criador y pueden demorar el crecimiento, con falta de apetito y poco movimiento.

También se sabe que el espacio individual inadecuado es causante de estrés. La interacción e importancia relativa del tamaño del animal, la densidad y la superficie del encierro sólo han sido estudiadas de manera superficial. Aunque ha habido muy poca investigación en cocodrilos sobre las causas y efectos del estrés, se tiene información considerable al respecto en otros animales y la patología parece ampliamente similar.

Para entender y evitar el estrés, es necesario entender que este puede ser patológico en cautividad, pero que en la naturaleza tiene un valor en la supervivencia. Los depredadores que se alimentan de crías pueden generar ese estrés en sus arrebatos de actividad, y la respuesta de las crías a amontonarse ante ruidos inusuales y otros factores, probablemente diluyen la probabilidad de ser depredado al ofrecer más de un ejemplar ante los depredadores.

Por lo tanto, el estrés es inducido por un estímulo externo, algo que se oye, se ve, se huele o se siente, y que actúa como un interruptor. Desafortunadamente, algo de estrés es inevitable en cualquier sistema de manejo. Por ejemplo, la manipulación y



**Figura 49.** Manejo de estrés en UMA del estado de Tabasco. Foto: Marco Antonio López Luna.

clasificación de los animales por su tamaño puede ser muy estresante, pero también lo es la alternativa de dejar que algunos animales grandes dominen a otros en un estanque.

Hay tres enfoques principales para enfrentar la problemática del estrés en la producción comercial:

- ⊙ En primer lugar, colocar cubiertas a muy baja altura sobre el agua, para aprovechar la tendencia natural de las crías a buscar ocultarse, y que les permite sentirse seguros.
- ⊙ Una segunda posibilidad es mantenerlos en la oscuridad y aislados de estímulos estresantes locales, al menos de los mayores.
- ⊙ La tercera forma es aclimatarlos con ruidos de actividad cotidiana y los ruidos ambientales comunes localmente, lo que puede ayudar sobre todo para disminuir el estrés posterior a individuos que serán liberados en áreas en cuyas cercanías existan actividades humanas.

Ninguna de esas opciones ha sido bien investigada y todas han sido más apropiadas en ciertas circunstancias que en otras. Es relativamente fácil para un criadero, en el cual los animales se encuentran en acuaterrios cerrados y aislados, excluir la luz y otros estímulos externos e incluir un ruido de fondo constante. Sin embargo, para las granjas en el trópico que usan poca energía, siempre resultará más barato construir instalaciones sencillas sin cubiertas ni techos, y en esas circunstancias los tabiques parecen ser la opción más viable para generar cierto aislamiento (figura 49).

Finalmente, todos los criaderos exitosos tienen una rutina estricta en la cual las actividades de manejo, como por ejemplo la alimentación, se realizan de manera consistente. Incluso se puede requerir que los trabajadores utilicen uniformes del mismo color, entren a los criaderos por el mismo lugar y que la limpieza sea exactamente igual en cada ocasión (Hutton y Webb 1992).

## 9 SELECCIÓN DE COCODRILOS Y MEDIDAS SANITARIAS

Una vez que se pretende realizar el aprovechamiento comercial de los ejemplares, será necesario seleccionarlos, ya que es posible predecir con

bastante precisión en sus primeros meses e incluso días de vida, si un animal va a tener un buen desarrollo, lo que es muy importante para los criaderos que adquieran ejemplares, además de que estén en buenas condiciones de salud y no presenten enfermedades ni deformidades (Hutton y Webb 1992).

En la experiencia de algunos productores de *C. moreletii*, las crías recién eclosionadas con tallas de 25 cm o superiores y pesos mayores a 45 g son ejemplares que suelen presentar un excelente desarrollo y este puede ser un aspecto utilizable por los criaderos para la selección de las crías que van a comprar. Otro aspecto es revisar las crías en la parte del abdomen, para corroborar que la cicatriz umbilical cerró de forma adecuada, lo que se evidencia por la presencia de sólo una pequeña línea recta, ya que en crías con abdómenes distendidos suele quedar una cicatriz umbilical no muy estética y que puede ser una característica negativa para determinar la calidad de la piel (Juan Carlos Cremieux com. pers.).

Todas las acciones preventivas encaminadas a reducir la entrada o salida de agentes patógenos, como la implementación de programas de medicina preventiva, normas de trabajo y medidas sanitarias, mitigarán o impedirán la incidencia de enfermedades, contribuyendo a mantener en óptimo estado de salud a los ejemplares. Esto permite obtener un producto de calidad y al propio tiempo cuidar las finanzas del productor, ya que de presentarse alguna enfermedad el efecto se reflejaría en el menor rendimiento productivo de los animales o, en su caso, al conllevar la muerte del ejemplar. En este punto se puede consultar el plan de manejo tipo cría en cautiverio para *Crocodylus moreletii* (SEMARNAT 2014).

## 10 TRANSPORTE DE COCODRILOS

El transporte de los cocodrilos a su destino final puede realizarse con diferentes métodos. Los básicos consisten en colocarlos por periodos cortos en sacos de yute húmedos. Cuando se les transporta en botes o vehículos es necesario extender los sacos en el piso y protegerlos del sol. Los sacos no deben amontonarse, para evitar que los animales mueran asfixiados y en su interior debe haber espacio suficiente para que todos los cocodrilos puedan estirarse holgadamente en el suelo.



Foto: Iván Montes de Oca/Banco de Imágenes CONABIO

Se pueden transportar entre 10 y 15 crías por saco, en particular si este se llena parcialmente con ramas blandas con hojas o algún material que las imite, lo que reduce la tendencia de que las crías se amontonen en un rincón del saco (Bolton 1994). En el caso de las crías de cocodrilo no es necesario atarles las mandíbulas para transportarlas, pues ello puede obstruir la regulación de la temperatura corporal e impedir que sobrevivan si el animal escapa accidentalmente.

El transporte en saco tiene desventajas evidentes. Los cocodrilos son muy vulnerables en caso de manipulación descuidada y en los botes y otros vehículos la falta de espacio se transforma rápidamente en un riesgo real.

Existe información proveniente de Papua Nueva Guinea, donde se acostumbra colocar a los ejemplares en corrales provisionales hasta reunir un número suficiente (varios centenares) para cargarlos en un avión pequeño. Con este método se han transportado decenas de miles de cocodrilos y muy pocos han muerto o sufrido heridas. Este excelente resultado se ha conseguido gracias al uso de cajas de cartón resistentes, diseñadas y fabricadas para este propósito que son desarmables y plegadizas lo que facilita su almacenamiento. Cuando son nue-

vas, las cajas son extraordinariamente resistentes y soportan el peso de una persona de tamaño mediano. La desventaja que tienen es que, si se mojan, su resistencia disminuye y terminan por desintegrarse, y a veces es necesario desecharlas después de usarlas una sola vez. Por lo general la estructura exterior se puede volver a usar. El cartón impermeabilizado puede ser más duradero, pero las paredes interiores se erosionan y de todos modos penetra la humedad. Si el factor de peso no es importante se pueden utilizar cajas de madera. También pueden utilizarse cajas de cartón del tipo que se emplea para trasladar los pollitos, pero como no están divididas en compartimentos, conviene llenarlas parcialmente de heno blando (Bolton 1994).

Existen otros métodos de transporte de crías de cocodrilo utilizados en México exitosamente, desde recipientes plásticos con tapa que son muy buenos para el manejo de cocodrilos, hasta tinas plásticas rellenas de agua para trasladar a los ejemplares flotando, con el fin de evitar amontonamientos y asfixia, esto dependiendo del tipo y la duración del trayecto y teniendo en cuenta factores climáticos de los sitios donde se va a transitar para evitar corrientes y temperaturas bajas que es la parte más delicada que hay que cuidar, si no se quiere tener muertes de organismos (Juan Carlos Cremieux com. pers.).







Referencias



## Referencias

- Alonso-Tabet, M. 2009. Comportamiento del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) en el refugio de fauna "Monte Cabaniguán", Cuba. Tesis de doctorado. Universidad de Alicante, España/Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Álvarez del Toro, M. 1974. *Los Crocodylia de México (Estudio comparativo)*. IMRNR, México.
- Bailey, J.A. 1984. *Principles of wildlife management*. JohnWiley y Sons, EUA.
- Balaguera-Reina, S.A., M. Venegas-Anaya, O.I. Sanjur et al. 2015 Reproductive ecology and hatchling growth rates of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) on Coiba Island, Panama. *South American Journal of Herpetology* 10(1):10-22.
- Barrios-Quiroz G. y G. Casas-Andreu. 2010. Crecimiento con diferentes dietas en crías de *Crocodylus moreletii* Dumeril Bibron y Dumeril 1851 (Crocodylia: Crocodylidae) en cautiverio, Tabasco, México. *Revista Latinoamericana de Conservación* 1(2) 104-111.
- Benito, V.R. 1988. *Manual de técnicas para la captura y el manejo de los cocodrilianos silvestres y en cautiverio*. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia-UNAM, México.
- Begon, M., M. Mortimer y D. J. Thompson. 1996. *Population ecology. A unified study of plants and animals*. 3ª ed. Blackwell Science, Oxford.
- Blake, D.K. 1974. The rearing of crocodiles for commercial and conservation purposes in Rhodesia. *The Rhodesia Science News* 8(10):315-324.
- Bodie, J.R. y R.D. Smlitsch. 2000. Spatial and temporal use of floodplain habitats by lentic and lotic species of aquatic turtles. *Oecologia* 122:138-146.
- Bolton, M. 1994. *La explotación del cocodrilo en cautividad*. Guía FAO Conservación 22, Roma.
- Bonilla Anariba, D.J. 2002. Análisis comparativo de dos temporadas reproductivas de *Crocodylus acutus* en la finca la sierra, cocodrilos Clal continental. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. El Zamorano, Honduras.
- Brien, M.L., M.S. Cherkiss, M.W. Parry y F.J. Mazzotti. 2007. Housing crocodylians in captivity: considerations for Central America and Caribbean. *Institute of food and Agricultural Sciences Retrived* 1-16.
- Bustard, H.R. 1974. *Captive breeding of crocodile*. Institute Rajendranagar, India.
- Caldwell, J. 2015 *World trade in crocodylian skins 2011-2013*. UNEP/WCMC, Cambridge.
- Campbell, H.A., R.G. Dwyer, T.R. Irwin y C.E. Franklin. 2013. Home range utilization and long-range movements of estuarine crocodiles during the breeding and nesting season. *Plos One* 8:e62127.
- Campbell, H.W. 1972. Ecological or phylogenetic interpretation of crocodylian nesting habits. *Nature* 238:404-405.
- Campos, Z., G. Mourao y M. Coutinho. 1994. Night-light counts, size structures, and sex ratios in wild populations of yacare caiman (*Caiman crocodilus yacare*) in the Brazilian Pantanal. *Vida Silvestre Neotropical* 4:46-50.
- Carbajal, R.I., M Saavedra y J.J. Alava. 2005. Ecología poblacional, distribución y estudio de hábitat de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en la "Reserva de producción de fauna manglares El Salado" del estuario del Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 40(2):141-150.



- Carballar-Osorio, J., M. Lazcano-Barrero, R. Ibarra et al. 2001. Estudio y Manejo de las Poblaciones de Cocodrilos en el Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, Quintana Roo. En: *Memorias de la 1a Reunión Regional COMACROM: Península de Yucatán*. Amigos de Sian Ka'an A.C., México.
- Casas-Andreu, G. 2002. Hacia la conservación y manejo sustentable del lagarto o cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. En: *Verdade, Conservação e Manejo de Jacarés e Cocodrilos Da América Latina*, vol 2. L. M.Y.A. Larriera (eds.). C.N. Editora, Brasil, pp.27-45.
- . 2003. Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 89:111-128.
- Casas-Andreu, G. y M. Guzmán-Arroyo. 1970. Estado Actual de las Investigaciones Sobre Cocodrilos Mexicanos. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico -Pesqueras sobre divulgación. *Biól.* 3:1-50.
- Casas-Andreu, G. y A. Rogel-Bahena. 1984. Observaciones sobre los nidos y las nidadas de *Crocodylus moreletii* en México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM* 13(1):323-330.
- Casas-Andreu, G., G. Barrios-Quiroz y R. Macip-Ríos. 2011. Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 261-273.
- Cedillo Leal, C., J.C. Martínez-González, F. Briones-Encinia et al. 2013. Importancia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en los humedales costeros de Tamaulipas, México. *Ciencia UAT* 21(3): 18-23.
- Chabreck, R. H. 1967. *Alligator farming hins. Wildlife and Fisheries Commission report, Louisiana*. EUA.
- Chacón, D., B. Dick, E. Harrison et al. 2008. *Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica*. Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT). Costa Rica.
- Charruau, P., J.B. Thorbjarnarson y Y. Hénaut. 2010. Tropical cyclones and reproductive ecology of *Crocodylus acutus* Cuvier, 1807 (Reptilia: Crocodylia: Crocodylidae) on a Caribbean atoll in Mexico. *Journal of Natural History* 44:741-761.
- Chowfin, M.S. y A.J. Leslie 2013. A preliminary investigation into nesting and nest predation of the critically endangered, gharial (*Gavialis gangeticus*) at Boksar in Corbett Tiger Reserve, Uttarakhand, India. *Int. J. Biodivers. Conserv.* 5(2):54-57.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2006. The Status of Ranching and trade in the Nile Crocodile (*Crocodylus niloticus*) in Kenya, a Report of Kenya to the CITES Secretariat in accordance with Res. Conf. 11.16:6.
- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso Sustentable de la Biodiversidad. 2015. Registros de presencia del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB)-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso Sustentable de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2009. Manejo de vida silvestre. (Manual técnico para beneficiarios). Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico/Gerencia de Educación y Capacitación, México.
- Crawshaw, P.G. 1990. Effects of hunting on the reproduction of the Paraguayan Caiman (*Caiman yacare*) in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. En: *Redford Neotropical wildlife use and conservation*. Chicago. J.G. Robinson y H. Kent (eds.). The University of Chicago, EUA, pp. 145-153.



- Cupul-Magaña, G. 2012. Registro de movimientos de dos ejemplares de cocodrilo americano *Crocodylus acutus*, en Puerto Vallarta, Jalisco, México. *bol. Invemar* 41(2):479-483.
- Deeming, D.C. 2004. Prevalence of TSD in crocodilians. En: *Temperature Dependent Sex Determination in vertebrates*. N. Valenzuela y V.A Lance (eds.). Smithsonian books, Washington, DC., pp.31-41
- De la Ossa V.J. 2001. Guía para el manejo y cría del caimán del magdalena o caimán aguja *Crocodylus acutus* (Cuvier), Bogotá Convenio Andrés Bello.
- Diario Oficial. 2005. Procedimiento y metodología que deben adoptar las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo sostenible para efectos del cálculo anual de la cantidad de especies a aprovechar en zocriaderos cerrados de la especie babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) y la subespecie *Caiman crocodilus crocodilus*. Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. No. 47.087.
- Dobson, M. y C. Frid. 2009. *Ecology of Aquatic Systems*. Oxford University Press. Oxford.
- Domínguez Laso, J. 2006. *Determinación del estado de las poblaciones silvestres del cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) en México y evaluación de su estatus en la CITES*. Instituto de Historia Natural y Ecología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS009, México.
- DGVS. Dirección General de Vida Silvestre. 2017. Información de exportaciones de cocodrilo de pantano proporcionada por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
- Elsley R.M. y P.L. Trosclair III. 2016. The Use of an Unmanned Aerial Vehicle to Locate Alligator Nests. *Southeastern Naturalist* 15(1):76-82.
- Elsley R.M., P.L. Trosclair III y T.C. Glenn. 2008. Nest-site fidelity in American alligators in a Louisiana coastal marsh. *Southeastern Naturalist* 7:737-743.
- Escobedo-Galván, A.H. 2003. Periodos de actividad y efecto de las variables ambientales en cocodrilos (*Crocodylus acutus* Cuvier 1807): Evaluando los métodos de determinación de la fracción visible. *Ecología Aplicada* 2(1):136-140.
- . 2008. Estructura poblacional y proporción de sexos en *Caiman crocodilus* en Caño Negro, Costa Rica. *Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre* 98(4):489-492.
- . 2012. Efecto del clima sobre la proporción de sexos del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) y posibles implicaciones ante el cambio climático. Tesis de doctorado en Ciencias. UNAM, México.
- Escobedo-Galván, A.H., S.E. Padilla-Paz, E.E. Perera-Trejo et al. 2009. *Crocodylus moreletii*: nesting ecology. *Herpetological Review* 40(2):211-212.
- Escobedo-Galván, A.H., G. Casas-Andreu, G. Barrios-Quiroz et al. 2011. Observations on nests of *Crocodylus moreletii* in San Luis Potosí, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82:315-317.
- Escobedo-Galván A.H., J.A. Retana, C. Méndez Esquivel y J.F. González-Maya. 2012. Efecto potencial del cambio climático en la proporción de sexos del caimán en Costa Rica. *Ambientales* 44:49-60.
- Espinosa-Blanco, A.S., A.E. Seijas y O. Hernández. 2013. Egg collection as a conservation tool of Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela. *Interciencia* 38(5):358-363.
- Ferguson, M.W.J. 1981. The application of embryological studies of alligator farming. En: *Proceedings of the first annual alligator production conference*. P. Cardeilhac,



- T. Lane y R. Larsen (eds.). University of Florida, Gainesville, pp. 129-145.
- . 1985 Reproductive biology and embryology of the crocodylians. En: *Biology of the reptilia development*. C. Gans, F. Billet y P.F.A. Maderson (eds.). John Wiley, New York, pp. 329-491.
- Fukuda, Y. y N. Cuff. 2013. Vegetation communities as nesting habitat for the saltwater crocodiles in the Northern Territory of Australia. *Herpetological Conservation and Biology* 8:641-651.
- García-Grajales, J., A. Buenrostro-Silva y G. Barrios-Quiroz. 2015. *Pautas para la crianza en cautiverio del cocodrilo americano (Crocodylus acutus) en Oaxaca, Zootecnia de especies alternativas en Oaxaca. Capítulo 9*. Universidad del Mar, México.
- Genolagani, J.G. y J.M. Wilmot. 1990. Status of crocodile populations in Papua New Guinea: 1981-1988. En: *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Work Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 122-160.
- González-Ramón, M. 2012. Evaluación del efecto de la temperatura de incubación en el crecimiento del cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* durante los primeros tres meses postnatales, en la laguna de las ilusiones. Tesis de licenciatura. División Académica de Ciencias Biológicas-UJAT, México.
- Gorzula, S.J. 1987. The management of crocodylians in Venezuela. En: *Wildlife Management: Crocodiles and Alligators*. G.J.W. Webb, S.C. Manolis y P.J. Whitehead (eds.). Surrey Beatty y Sons, Australia, pp. 91-101.
- Grigg, G. y C. Gans, 1993. Morphology and physiology of the Crocodylia. En: *Fauna of Australia, Amphibia and Reptilia*. C.J. Glasby, G.J.B. Ross y P.L. Beesley (eds.). Australian Government Publishing Service, Canberra, pp.326-336-101.
- Grigg, G. y D. Kirshner. 2015. *Biology and Evolution of Crocodylians*. Cornell University Press.
- Gunther, K. 2005. *Incubation of Reptile eggs*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida.
- Hernández Jiménez, R. 2013. El cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii* como elemento estratégico para la conservación de los ENPs Manglar de Tumilco y Ciénega del Fuerte. Tesis de maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-UV, México.
- Hines, K.N. y A. Skroblin. 2010. Australian freshwater crocodile (*Crocodylus johnstoni*) attacks on humans. *Herpetological Review* 41: 430-433.
- Honegger, R.E. 1971. Zoo breeding and crocodile banking. En: *Crocodile Specialist Group-IUCN. Proceedings 1<sup>st</sup> Working Meetings*, 6-10 September, 1965, Morges, pp. 86-97.
- Huchzermeyer, F.W. 2003. *Crocodyles: biology, husbandry and diseases*. CABI Publishing, Reino Unido.
- Hutton, J.M. 1989. Movements, home range, dispersal and the separation of size classes in Nile crocodiles. *American Zoology* 29:1033-1049.
- Hutton, J.M. y G.F.T. Child. 1989. Crocodile management in Zimbabwe. En: *Crocodyles, their ecology, management and conservation*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza. pp. 62-79.
- Hutton, J.M. y G.J.W. Webb. 1992. *An introduction to the farming of crocodylians*: 5-15. En: *Directory of crocodylian farming operations*. R.A. Luxmoore (ed.). IUCN, Suiza, pp. 5-15.
- Imhof, A., A. Costa y A. Larriera. 1996. The environment and its relationship with egg size, clutch size and hatchling success in different *Caiman latirostris* populations at Santa Fe, Argentina. En: *Crocodyles, Proceedings of the 13<sup>th</sup> Working Meeting*



- of the Crocodile Specialist Group. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 249–253.
- Jelden, D., R.W.D. Jenkins y J. Caldwell. 2014. Update of crocodylians and the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). En: *Crocodyles*. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Working Group Meeting IUCN Crocodile Specialist Group: 66-68.
- Joanen, T. y L. McNease. 1977. Artificial incubation of alligator eggs and post hatching culture in controlled environment chambers. *Proc. Annu. Meet. World Mariculture Soc.* 8: 483-490.
- . 1979. Culture of the American Alligator. *International Zoo Yearbook* 19:61-66.
- . 1987. Alligator farming research in Louisiana, USA. En: *Wildlife management. Crocodiles and alligators*. G.J.W. Webb, S.C. Manolis y P.J. Whitehead (eds.). Surrey Beatty/Conservation Commission of the Northern Territory, pp. 329-340.
- . 1991. Incubación de huevos de lagarto. En: *Crocodylian farming: information from the scientific literature*. The Crocodile Specialist Group-IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 25 – 31.
- Joanen, T., L. McNease y D. Ashley. 1990. Production, volume and trends in the USA. En: *Proceedings of the 10<sup>th</sup> Work Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 276-285.
- Kay, W.R. 2004. Movements and home ranges of radio-tracked *Crocodylus porosus* in the Cambridge Gulf region of Western Australia. *Wildlife Res.* 31(5):495-508.
- Lampert, W. y U. Sommer. 2007. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press. Oxford.
- Lara, O., L. Rosales, B. Chávez y F. Castañeda Moya. 1997. A new recorded locality and information on Morelet's crocodile. *Crocodile Specialist Group Newsletter* 16(1):29-30.
- Larriera, A. 1993. The experimental breeding station of *Caiman latirostris* at Santa Fe City, Argentina. En: *Zoocria de los Crocodylia, Memorias de la 1<sup>ra</sup> Reunión Regional del CSG, Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la IUCN*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp.160 - 163.
- . 1995. Áreas de nidificación y momento óptimo de cosecha de huevos de *Caiman latirostris* en Santa Fe, Argentina. En: *La Conservación y el Manejo de Caimanes y Cocodrilos de América Latina*, vol. 1. A. Larriera y L.M. Verdade (eds.). Fundación Banco Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina, pp. 221-232.
- Larriera, A. y A. Imhof. 2006. Proyecto Yacaré. Cosecha de huevos para cría en granjas del género *Caiman* en Argentina. En: *Manejo de fauna silvestre en Argentina. Programas de uso*. M.L. Bolkovic y D. Ramadori (eds.), pp. 51-64.
- Larriera, A., C. Piña y T. Dacey. 2008. Conservación, Manejo y Uso Sustentable de los Cocodrilos en Cuba-Reporte y Recomendaciones del IUCN-CSE Grupo de Especialistas en Cocodrilos.
- Leach, G.J., R. Delaney y Y. Fukuda. 2009. *Management Program for saltwater crocodile (Crocodylus porosus) in the Northern Territory of Australia, 2009-2014*. Disponible en: <<http://www.nretas.nt.gov.au/plantsand-animals/programs/approved>>.
- Llobet, Q.A. 2002. Programa de conservación y aprovechamiento sostenible del lagarto (*Caiman yacare*) en Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Dirección General de Biodiversidad. Unidad de Vida Silvestre. *Taller Internacional Sobre Regulación, Manejo y Comercio de Caiman yacare*. 3 al 5 de octubre en Gainesville, EUA.
- López-Luna, M.A., M.G. Hidalgo-Mihart y G. Aguirre-León. 2011. Descripción de los nidos del cocodrilo de pantano *Crocodylus mo-*



- reletii*, en un paisaje urbanizado en el sureste de México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(1):1-16.
- López-Luna, M.A., M.G. Hidalgo-Mihart, G. Aguirre-León *et al.* 2015. Effect of nesting environment on incubation temperature and hatching. Success of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in an urban lake of Southeastern Mexico. *Journal of Thermal Biology* 49-50(2015):66-73.
- Louisiana Department of Wildlife and Fisheries (LDWF). 2012. 2011–2012 annual report. Baton Rouge.
- Louisiana Alligator Management Program (LAMP) 2012–2013 annual report. The Louisiana Department of Wildlife and Fisheries, Office of Wildlife, Coastal and Nongame Resources Division.
- Magnusson, W.E. 1982. Mortality of eggs of the crocodile *Crocodylus porosus* in Northern Australia. *Journal of Herpetology* 16:121-130.
- . 1995. Conservación de crocodilianos en América Latina. En: Larriera y L. M. Verdade eds. *La Conservación y Manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina* Vol. 1. pp 5-17. A. Fundación Santo Bica. Santo Tomé. Santa Fe, Argentina.
- Mandujano-Camacho, H. e Y.L. Hénaut, 2014. Eclósión prematura de *Crocodylus moreletii* por "llamados eclosionales". *Quehacer Científico en Chiapas* 9(2):28-33.
- Mandujano, R.S. 2011. Ecología de poblaciones aplicada al manejo de fauna silvestre: cuatro conceptos (N,  $\lambda$ , MSY, Pe). *Colección: Manejo de Fauna Silvestre Número: 3*. Instituto Literario de Veracruz S.C.: 102.
- Margalef, R. 1994. *Limnology Now. A paradigm of planetary problems*. Elsevier Science, Amsterdam.
- Masser, M.P., 1993. *Alligator production: breeding and egg incubation*. Pub. Louisiana Cooperative Extension Service, EUA.
- Mazzotti, F. J. 1989. Factors affecting the nesting success of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Florida bay. *Bulletin of Marine Science* 44: 220-228.
- Merediz-Alonso, G. 1999. Ecology, sustainable use by local people, and conservation of Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii* in Sian Ka'an Biosphere Reserve, Quintana Roo, Mexico. Unpublished MSc Thesis, SU of NY, EUA.
- Messel, H., J.C. Vorlicek, A.G. Wells y W.J. Green. 1981. *Surveys of tidal river systems in the northern territory of Australia and their crocodile populations*. Monograph 1, Pergamon, Sydney.
- Messel, H., F.W. King y P. Ross. 1995. Introducción: La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos. En: *La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina*, vol. 1. A. Larriera y L. M. Verdade (eds.). Fundación Banco Bica. Santo Tomé, Santa Fé, Argentina, pp. 1-3.
- Montini, J.P., C. I. Piña, A. Larriera *et al.* 2006. The relationship between nesting habitat and hatching success in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae). *Phyllomedusa* 5(2):91-96.
- Morales-Betancourt, M.A., C.A. Lasso, J. De La Ossa V. y A. Fajardo-Patiño. 2013. *Biología y conservación de los crocodylia de Colombia*. Serie de recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia VIII/Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Colombia.
- Morales-Verdeja, S. y R.C. Vogt. 1997. Terrestrial movements in relation to aestivation and the annual reproductive cycle of *Kinosternon leucostomum*. *Copeia* 1997:123-130.
- Ojasti, J. 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. F. Dallmeier (ed.). SIMAB Series No. 5. Smithsonian Institution/MAB Program. Washington, D.C.
- Ojeda, F.J.L., R. Arredondo y M.C.R. Montijo. 1998. Artificial incubation of eggs of





- Crocodylus moreletii* under captive conditions. En: *Crocodyles, Proceedings of the 14<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 347–351.
- Ouboter, P.E. y L.M.R. Nanhoe. 1989. Notes on the dynamics of a population of *Caiman crocodilus crocodilus* in Northern Surinam and its implications for management. *Biological Conservation* 48: 243-264.
- Pacheco, L. F. 1996. Plan de Acción para los Caimanes de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 27:43-53.
- Palladino, A. C. 2010. Introducción a la demografía. *Facultad de Medicina-Universidad Nacional del Nordeste* 1-17.
- Perez-Higareda, G. 1980. Notes on nesting of *Crocodylus moreletii* in southern Veracruz, Mexico. *Bull. Maryland Herp. Soc.* 16(2):52-53.
- Phillips, S.J., M. Dudik y R.E. Schapire. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. En: *Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Conference on Machine Learning*. ACM Press, New York, pp. 655- 662.
- Phillips, S.J., R.P. Anderson y R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190:231-259.
- Piña, C.I., A. Larriera y M.R. Cabrera. 2003. Effect of temperature on incubation period, sex ratio, hatching success and survivorship in *Caiman latirostris* (Crocodylia, Alligatoridae). *Journal of Herpetology* 37:199-202.
- Platt, S.G. y J.B. Thorbjarnarson. 2000. Status and conservation of the American crocodile, *Crocodylus acutus*, in Belize. *Biological Conservation* 96:13-20.
- Platt, S.G., R.W. Hastings y C.G. Brantley. 1995. Nesting ecology of the American alligator in southeastern Louisiana. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 49:629-639.
- Platt, S.G., T.R. Rainwater, J.B. Thorbjarnarson y S.T. McMurry. 2008. Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: *Morelet's crocodile in northern Belize*. *J. Zool.* 275:177-189.
- Platt, S.G., L. Sigler y T.R. Rainwater. 2010. *Morelet's Crocodile Crocodylus moreletii*. En: *Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan*. 3ed. S.C. Manolis y C. Stevenson (eds.). Crocodile Specialist Group, Darwin, pp. 79-83.
- PNUMA-CMCA. 2016. Base de datos de comercio de especies CITES, manejada por el Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente, rama del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Consulta realizada en el 2016 para la especie *Crocodylus moreletii* <<https://trade.cites.org>>.
- Pooley, A.C. 1971. Crocodile rearing and restocking. En: *Crocodyles*. IUCN Publications, New Series. Supplementary Paper 32. IUCN, Gland, pp. 104-130.
- Pooley, T. 1991. Bases para la crianza de cocodrilos en zonas remotas. In *Crianza de Cocodrilos: Información de la Literatura Científica*. IUCN, Suiza, pp. 81-109.
- Popescu, V.D. y M.L. Hunter Jr. 2012. Assisted Colonization of Wildlife Species at Risk from Climate Change. J. Brodie y E. Post (eds.) *Chapter 17*:347-368.
- Ramos Targarona, R. 2013. *Ecología y conservación del cocodrilo cubano (Crocodylus rhombifer) en la "Ciénaga de Zapata", Cuba*. Departamento de Ecología-Universidad de Alicante, España.
- Rebelo, G.H., G.A. Nogueira, C. Yamashita y A. García de Arruba. 1997. Growth, sex ratio, population structure, and hunting mortality of *Caiman yacare* in the Pantanal, Brazil. *Vida Silvestre Neotropical* 6:29-36



- Remis, M.A. 2011. Análisis de la estructura poblacional. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina 22(1):1-6.
- Rice, K.G., H.F. Percival, A.R. Woodward y M.L. Jennings. 1999. Effects of Egg and Hatching Harvest on American Alligators in Florida. *The Journal of Wildlife Management* 63(4):1193-1200.
- Rivera-Téllez, E. y M. Jiménez. 2016. *Crocodylus moreletii* (Cocodrilo de pantano). Área de distribución potencial estimada mediante el algoritmo de MaxEnt, escala: 1:1000000. CONABIO, México.
- Rivera-Téllez, E., G. López Segurajáuregui, L.A. Antaño Díaz y H. Benítez Díaz. 2017. *Informe del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano en México, temporadas 2014 a 2015 y análisis de tendencias del 2011 al 2015*. CONABIO, México.
- Roe, J.H., M. Rees y A. Georges. 2011. Suburbs: dangers or drought refugee for freshwater turtle population?. *The Journal of Wildlife Management* 75:1544-1522.
- Ross, C.A. 1987. *Crocodylus moreletii*. *Catalogue of American Amphibians and Reptiles* 407.1-407.3.
- Ross, J.P. 1995. La importancia del uso sostenible para la conservación de los cocodrilianos. En: *La conservación y el manejo de caimanes y cocodrilos de América Latina*. vol. 1. A. Larriera y L. M. Verdade (eds.). Fundación Banco Bica. Santo Tomé, Santa Fé, Argentina, pp. 19-32.
- Ross, J.P. 1999. Bases biológicas para el uso sostenible de los cocodrilidos. En: *Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina*. T. Fang, O. Montenegro y R. Bodmer (eds.). Museo de Historia Natural Noel Kempf Mercado/University of Florida/Instituto de Ecología/Wildlife Conservation Society, pp. 275-279.
- . 2000. *Crocodylus moreletii*. En: IUCN 2012. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1*.
- Ross, J.P. y R. Godshalk. 1997. El uso sustentable, un incentivo para la conservación de cocodrilos. En: *Manejo de fauna silvestre en la Amazonia*. T.G. Fang, R.E. Bodmer, R. Aquino y M.H. Valqui (eds.). Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia, pp: 147- 154.
- Saalfeld, W.K y Y. Fukuda. 2013. Saltwater crocodile (*Crocodylus porosus*) Management Program: 2012-2013: Monitoring Report. *Department of Land Resource Management. Northern Territory Government*. 1-30.
- Saalfeld, W.K., R. Delaney, Y. Fukuda y A. J. Fisher. 2014. *Management Program for the Saltwater Crocodile in the Northern Territory of Australia, 2014-2015*. Northern Territory Department of Land Resource Management, Darwin.
- Sánchez-Herrera, O. y J.G. Álvarez-Romero. 2006. Conservation Status of Morelet's crocodile (*Crocodylus moreletii*) in Mexico: A proposal for its reclassification in the U.S. Endangered Species Act (ESA). En: *Crocodiles, Proceedings of the 18<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza y Cambridge, pp: 255-265.
- Sánchez-Herrera, O., H. Benítez Díaz, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y G. López Segurajáuregui. 2011. *Programa de Monitoreo del Cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) México, Belice y Guatemala*. CONABIO, México.
- Sánchez-Herrera, O., G. López Segurajáuregui, A. García Naranjo Ortiz de la Huerta y H. Benítez Díaz. 2012. *Informe del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano en México Temporada 2011*. CONABIO, México
- Sánchez-Herrera, O., E. Rivera-Téllez, G. López Segurajáuregui et al. 2015. *Informe del Programa de Monitoreo del Cocodrilo de Pantano en México, Temporadas 2011 a 2013*. CONABIO, México.
- Schroeder, R. L., R.A. Medellín, O. Ramírez-Flores y A. Rojo. 2008. La importancia de



- los objetivos de hábitat en los planes de manejo de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA). *Investigación Ambiental* 1:136-142.
- Schulte, D.M. y R.H. Chabreck. 1990. Effects of nest and egg characteristics on size and early development of American alligator. En: *Crocodiles, Proceedings of the 10<sup>th</sup> Working Meeting of Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 177-187.
- SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Plan de manejo tipo para la conservación y aprovechamiento sustentable del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en México. *Dirección General de Vida Silvestre* 1-53.
- Serna, R. 2010. *Historia de vida y genética cuantitativa de cuatro poblaciones del cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) bajo condiciones de cautiverio en el trópico mexicano*. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, Veracruz.
- Sigler, L. y J. Gallegos M. 2017. El conocimiento sobre el cocodrilo de Morelet *Crocodylus moreletii* (Duméril y Duméril 1851) en México, Belice y Guatemala. México.
- Simoncini, M.S., C.I. Piña, F.B. Cruz y A. Larriera. 2011. Climatic effects on the reproductive biology of *Caiman latirostris* (Crocodylia: Alligatoridae). *Amphibia-Reptilia*, 32: 305-314.
- Somaweera, R., M. Brien y R. Shine 2013. The role of predation in shaping crocodilian natural history. *Herpetological Monographs* 27:23-51.
- South African National Standard. 2009. Crocodiles in captivity. Published by SABS Standards Division, Dr Lategan.
- Steen, D.A., J.P. Gibbs, K.A. Buhlmann et al. 2012. Terrestrial habitat requirements of nesting freshwater turtles. *Biological Conservation* 150:121-128.
- Steen, D.A., S.C. Sterrett, S.A. Miller y L.L. Smith. 2007. Terrestrial movements and microhabitat selection of overwintering subadult eastern mud turtles (*Kinosternon subrubrum*) in Southwest Georgia. *Journal of Herpetology* 3:532-535.
- Stuebing, R.B., G. Ismail y L.H. Ching. 1994. The distribution and abundance of the Indo-Pacific crocodile *Crocodylus porosus*. *Biol. Cons. Schneider in the Klias River, Sabah, East Malaysia* 69:1-7.
- Thorbjarnarson, J.B. 1996. Reproductive characteristics of the order Crocodylia. *Herpetologica* 52:8-24.
- . 1997. Are crocodilian sex ratios female biased? The data are equivocal. *Copeia* 1997:451-455.
- Tuma, M.W. 2006. Range, habitat use, and seasonal activity of the yellow mud turtle (*Kinosternon flavescens*) in Northwestern Illinois: Implications of site-specific conservation management. *Chelonian Conservation and Biology* 5:108-120.
- Van der Riet, M. R. 1987. The economics of crocodile farming/ranching. En: *Procc. SADCC Workshop on Management and Utilization of crocodiles in the SADCC Region of Africa, Cariba, Zimbabwe*, pp 133-137.
- Van Horne, 1983. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of wild life management* 47:893-901.
- Velasco, A. y A. Blanco. 1996. Venezuela and population evaluation of the spectacled Caiman (*Caiman crocodilus*) in the Orinoco delta. En: *Crocodiles, Proceedings of the 13<sup>th</sup> Working Meeting of the Crocodile Specialist Group*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza, pp. 1-516.
- Velasco, A. y R. De Sola. 1997. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) de Venezuela. En: *Memorias 4<sup>a</sup> Reunión Regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de América Latina y el Caribe*. Villahermosa, México, pp. 235-246.



- Velasco, A., R. De Sola y M. Quero. 1995. Programa de manejo de la baba (*Caiman crocodilus*) de Venezuela. En: *La Conservación y Manejo de caimanes y cocodrilos de America latina*, vol. 1. A. Larriera y L. M. Verdade (eds.). Fundación Santo Bica, Santo Tomé, Santa Fe, Argentina, pp. 213-220.
- Villegas, A. 2011. Aspectos básicos de la anidación del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) enfocados a su conservación en Catemaco, Veracruz. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), México.
- Wallace, K.M., A.J. Leslie, T. Coulson y A.S. Wallace. 2013. Population size and structure of the Nile crocodile *Crocodylus niloticus* in the lower Zambezi valley. *Oryx*, 47:457-465.
- Webb, G. J. W. 2014. *Wildlife conservation: In the belly of the beast*. Charles Darwin University Press, Northern Territory, Australia.
- Webb, G.J.W. y S.C. Manolis. 1992. Monitoring saltwater crocodiles (*Crocodylus porosus*) in the Northern Territory of Australia. En: *Wildlife 2001: Populations*. D.R. McCullough y R.H. Barrett (eds.). Elsevier Applied Science, New York, pp. 404-418.
- Webb, G.J.W., H. Messel y W. Magnusson. 1977. The nesting of *Crocodylus porosus* in Arnhem Land, northern Australia. *Copeia* 1977:238-249.
- Webb, G.J.W., S.C. Manolis, P.J. Whitehead y G. Letts G. 1984. *A Proposal for the Transfer of the Australian Population of Crocodylus porosus Schneider (1801), from Appendix I to Appendix II of CITES*. Conservation Commission of the Northern Territory technical report, Northern Territory Government, Darwin, Australia.
- . *Wildlife management: crocodiles and alligators*. Surrey Beatty and Sons. Chipping Norton, NSW and Conservation Commission of the Northern Territory, Australia 9-21.
- Webb, G.J.W., C. Manolis, B. Otley y A. Heyward. 1992. Crocodile Management and Research in the Northern Territory: 1990-1992. En: *Proceedings of the 11<sup>th</sup> Work Meeting of the Crocodile Specialist Group, Victoria Falls, Zimbabwe*. IUCN/The World Conservation Union, Suiza.
- Woodward, A.R. y C.T. Moore. 1993. *Use of crocodilian night count data for population trend population*. Second Regional Conference of the Crocodile Specialist Group, Species Survival Commission, IUCN/The World Conservation Union, Northern Territory Government, Darwin, Australia.
- Yadav, R.M. 1969. Breeding the mugger crocodile at Jairpur Zoo. *International ZooYearbook* 9:3.
- Youngprapakorn, U. 1972. The breeding of crocodiles in captivity at Samut Prakan, Thailand. *IUCN Publications Support* 32:98-101.





Anexos

**Anexo 1. Formatos de campo**

**Formato EMI: Muestreo de evaluación y monitoreo de hábitat**  
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)

Nombre de la UMA o predio federal (PF): \_\_\_\_\_

Clave de registro de la UMA o PF: \_\_\_\_\_

Ruta (R): \_\_\_\_\_

Sitio (S): \_\_\_\_\_ Clave de Sitio: \_\_\_\_\_

Municipio y Estado: \_\_\_\_\_

Año: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Día: \_\_\_\_\_

Participantes (iniciales y apellido): \_\_\_\_\_

Coordenadas gps Inicio Latitud	°	'	"	Medio de transporte	Km
Coordenadas gps Inicio Longitud	°	'	"	Distancia recorrida	
Coordenadas gps Final Latitud	°	'	"		
Coordenadas gps Final Longitud	°	'	"		

**Verificar que se utilice Datum WGS84 en el gps**

Cuerpo de agua	Marque sólo una con Sí	Hábitat	% (debe sumar 100)	Actividad humana	Marque con Sí
Laguna costera		Manglar		Pesca	
Estero		Tular		Ganadería	
Canal		Popal		Agricultura	
Arroyo		Lirial		Cacería	
Río		Nenufaral		Industria	
Lago		Carrizal		Turismo	
Presa		Tasistal		Asentamiento humano	
Ciénega, aguada, poza, jagüey		Pastizal, Zacatal		Otra (* _____)	
Otro (* _____)		Lechugal			
		Galería			
		Otra vegetación acuática			
		Modificado			
		Otro (* _____)			







**Anexo 1. Formatos de campo**

**Formato DYN: Muestreo por detección visual nocturna  
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)**

Nombre de la UMA o predio federal (PF): \_\_\_\_\_

Clave de registro de la UMA o PF: \_\_\_\_\_

Ruta (R): \_\_\_\_\_

Sitio (S): \_\_\_\_\_ Clave de Sitio: \_\_\_\_\_

Municipio y Estado: \_\_\_\_\_

Año: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Día: \_\_\_\_\_

Participantes (iniciales y apellido): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Coordenadas gps Inicio Latitud	°	'	"	Medio de transporte
Coordenadas gps Inicio Longitud	°	'	"	Distancia recorrida
Coordenadas gps Final Latitud	°	'	"	Verificar que se utilice Datum WGS84 en el gps
Coordenadas gps Final Longitud	°	'	"	

Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: \_\_\_\_\_ (m)

Profundidad del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: \_\_\_\_\_ (m)

Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: \_\_\_\_\_ (°C)

Temperatura del agua en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: \_\_\_\_\_ (°C)

Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al inicio del trayecto: \_\_\_\_\_ (°C)

Temperatura del aire en el punto de referencia estándar establecido al final del trayecto: \_\_\_\_\_ (°C)



Datos de avistamiento de cocodrilos durante el recorrido DYN

Avist.	Especie	Coordenadas latitud	Coordenadas longitud	Hora	Min	Longitud estimada (cm, precisión 50 cm)	Categoría de talla	Distancia avist. (m)	Notas
1		° ' "	° ' "						
2		° ' "	° ' "						
3		° ' "	° ' "						
4		° ' "	° ' "						
5		° ' "	° ' "						
6		° ' "	° ' "						
7		° ' "	° ' "						
8		° ' "	° ' "						
9		° ' "	° ' "						
10		° ' "	° ' "						
11		° ' "	° ' "						
12		° ' "	° ' "						
13		° ' "	° ' "						
14		° ' "	° ' "						
n									

Nombre y firma de quien llenó el formato: \_\_\_\_\_

NOTAS ADICIONALES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. La clave de registro de la UMA o PF debe de ser la asignada por SEMARNAT
8. La clave de sitio será asignada por la CONABIO para integrar la información a la Base de Datos del programa de monitoreo de *C. moreletii*
9. Todos los individuos menores a 50cm se registrarán como crías, pero se indicará en las notas cuántos de éstos fueron neonatos y la georreferencia del sitio de avistamiento, de ser el caso.
10. La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodylus* o híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*).
11. Al estimar la longitud aproximada debe procurarse hacerlo con una precisión de 50 cm mínimo, puesto que las categorías definidas así lo exigen.
12. Cuando no sea posible estimar la longitud aproximada del cocodrilo, la casilla se marcará con una diagonal ( / ) y se anotará como categoría de talla so (sólo ojos).
13. La distancia de cada avistamiento debe estimarse visualmente en forma aproximada.



**Anexo 1. Formatos de campo**

**Formato MRE: Muestreo por marca y recaptura de ejemplares  
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)**

Nombre de la UMA o predio federal (PF): \_\_\_\_\_

Clave de registro de la UMA o PF: \_\_\_\_\_

Ruta (R): \_\_\_\_\_

Sitio (S): \_\_\_\_\_ Clave de Sitio: \_\_\_\_\_

Municipio y Estado: \_\_\_\_\_

Año: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Día: \_\_\_\_\_

Participantes (iniciales y apellido): \_\_\_\_\_

Medio de transporte \_\_\_\_\_ Distancia recorrida \_\_\_\_\_ km.

**NOTAS ADICIONALES:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Verificar que se utilice Datum WGS84 en el GPS.
15. La clave de registro de la UMA o PF debe de ser la asignada por SEMARNAT
16. La clave de sitio será asignada por la CONABIO para integrar la información a la Base de Datos del programa de monitoreo de *C. moreletii*
17. La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodilus* o híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*).
18. Todos los individuos menores a 50cm se registrarán como crías, pero se indicará en las notas cuántos de éstos fueron neonatos y la georreferencia del sitio de avistamiento, de ser el caso.
19. Se utilizarán las marcas (grapas) del programa de monitoreo, incluyendo la información correspondiente en el formato, y se indicará cualquier otro tipo de marcaje empleado
20. Se utilizarán las marcas de acuerdo al tamaño del individuo capturado (pequeñas para crías, juveniles y subadultos; grandes para adultos y adultos grandes)
21. El sexo se indicará con **M** para machos, **F** para hembras ó **I** para indeterminado.
22. Las mediciones deberán hacerse conforme a las normas del Manual de Procedimientos e informes de talleres y a los esquemas y figuras asociadas.
23. Las **fotografías** que se anexen para ilustrar el patrón de escamas del vientre deberán tomarse, rotularse y remitirse en formato digital a la CONABIO en la forma descrita en el manual de procedimientos e informes de talleres.
24. Si se llega a tomar una muestra de tejido para su posterior análisis, deberá hacerse conforme al Manual de Procedimientos, cuidando de rotular claramente cada muestra con su respectivo código de grapa o marcaje del ejemplar.
25. Las horas se deben expresar en formato de 24.



Datos de captura, marca y recaptura de cocodrilos (parte I)

No. ejemplar	Especie	Coordenadas latitud		Coordenadas longitud	Hora	Min	Temp. agua (°C)	Temp. aire (°C)	Temp. cloaca (°C)	Sexo (F, M, ó I)	Peso (g)
		°	'								
1		°	'	°	"						
2		°	'	°	"						
3		°	'	°	"						
4		°	'	°	"						
5		°	'	°	"						
6		°	'	°	"						
7		°	'	°	"						
8		°	'	°	"						
9		°	'	°	"						
10		°	'	°	"						
n											

Datos de captura, marca y recaptura de cocodrilos (parte II)

*Nota: verifique el número de marca capturado antes de anotar sus datos, para mantener la congruencia con la parte I.*

No. ejemplar	Dimensiones generales				Dimensiones del cráneo			Perímetro base cola (cm)	Código del par de grapas	Código de otro marcaje (especificar)	Recaptura (Sí/No)	Foto ventral (Sí/No)	Muestra de tejido (Sí/No)	Notas
	LT (cm)	Categoría de talla	LHC (cm)	LTC (cm)	AMC (cm)	AMX (cm)	APM (cm)							
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
n														

Nombre y firma de quien llenó el formato: \_\_\_\_\_



### Anexo 1. Formatos de campo

**Formato USN: Ubicación y seguimiento de nidos  
(Llenar un formato por cada recorrido de sitio)**

Nombre de la UMA o predio federal (PF): \_\_\_\_\_

Clave de registro de la UMA o PF: \_\_\_\_\_

Ruta (R): \_\_\_\_\_

Sitio (S): \_\_\_\_\_ Clave de Sitio: \_\_\_\_\_

Municipio y Estado: \_\_\_\_\_

Año: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Día: \_\_\_\_\_

Participantes (iniciales y apellido): \_\_\_\_\_

Medio de transporte \_\_\_\_\_ Distancia recorrida \_\_\_\_\_ km.

#### NOTAS ADICIONALES:

- 26. Verificar que se utilice Datum WGS84 en el GPS.
- 27. Todos los individuos observados en las cercanías del nido menores a 50cm se registrarán como crías, pero se indicará en las notas cuántos de éstos fueron neonatos, de ser el caso.
- 28. La clave de registro de la UMA o PF debe de ser la asignada por SEMARNAT
- 29. La clave de sitio será asignada por la CONABIO para integrar la información a la Base de Datos del programa de monitoreo de *C. moreletii*
- 30. La especie se indicará con *C. moreletii*, *C. acutus*, *C. crocodilus* o híbrido (*C. moreletii* x *C. acutus*).
- 31. Se utilizarán las marcas (grapas) del programa de monitoreo, incluyendo la información correspondiente en el formato, y se indicará cualquier otro tipo de marcaje empleado
- 31. Se utilizarán las marcas de acuerdo al tamaño del individuo capturado (pequeñas para crías, juveniles y subadultos; grandes para adultos y adultos grandes)
- 32. La altura del nido se mide en caso de que sea de tipo montículo, y la profundidad máxima si es de tipo hoyo.
- 33. La viabilidad de un huevo debe determinarse por la presencia de una banda opaca, como se explica en el manual de procedimientos.

**Hoja de ayuda para la captura de datos por huevo para obtener los promedios para el formato**

Número de Nido	Número de Huevo	Diámetro Mayor	Diámetro Menor	Peso	Observaciones



Datos de los nidos encontrados (parte I)

No. de Nido	Especie	Nido colectado Si/No	Clave del nido*	Coordenadas Latitud	Coordenadas Longitud	Nido revisitado (Si/No)	Diámetro del nido (cm)	Alt/prof. de la cámara de anidación (cm)	Material de construcción (Arena, Hojarasca, Grava)	Notas
1				° ' "	° ' "	"				
2				° ' "	° ' "	"				
3				° ' "	° ' "	"				
4				° ' "	° ' "	"				
5				° ' "	° ' "	"				
6				° ' "	° ' "	"				
7				° ' "	° ' "	"				
8				° ' "	° ' "	"				
9				° ' "	° ' "	"				
n										

\*Los campos en gris los genera automáticamente la base de datos al capturar la información y solamente aplica para los nidos que efectivamente fueron aprovechados.

Datos de los nidos encontrados (parte II)

Nota: verifique el número de nido antes de anotar sus datos, para mantener la congruencia con la parte I

No. de nido	Foto de nido y su alrededor (Si/No)	Dist. de la orilla (m)	Sombra al nido (%)	Temp. cámara huevos (°C)	Hembra presente (Si/No)	No. de crías en cercanía (No. neonatos)	No. total huevos en el nido	No. de huevos viables	No. de huevos medidos y pesados	Prom. diám. mayor huevos (mm)	Prom. diám. menor huevos (mm)	Prom. peso huevos (g)	Nido depredado (Si/No)	Notas	Clave CUNA*
1															Clave CUNA
2															Clave CUNA
3															Clave CUNA
4															Clave CUNA
5															Clave CUNA
6															Clave CUNA
7															Clave CUNA
8															Clave CUNA
9															Clave CUNA
n															Clave CUNA

\*Los campos en gris los genera automáticamente la base de datos al capturar la información y solamente aplica para los nidos que efectivamente fueron aprovechados.

Nombre y firma de quien llenó el formato: \_\_\_\_\_

**Anexo 2a. Checklist de los puntos a tener en cuenta para el manejo del hábitat en una UMA o PF de rancheo de cocodrilo de pantano**

Actividad	Fecha de inicio	Fecha de conclusión	Responsable	Comentarios y evidencias (fotos, formatos, etc.)	Observaciones
Inventario de cuerpos de agua y vegetación asociada					
Inventario de actividades humanas en el área de influencia					
Identificación de conflictos potenciales					
Verificación de campo					
Inventario de las zonas de anidación					
Inventario de las zonas de forrajeo y refugio					
Verificación en campo					
EMH: Evaluación y monitoreo del hábitat en campo					
DVN: Monitoreo de la población de cocodrilos					
USN: Monitoreo y Rancheo de nidos para la incubación de huevos en laboratorio					
MRE: Monitoreo mediante la captura y recaptura de ejemplares en vida Silvestre (su aplicación es opcional)					
Cuidado y alimentación de ejemplares nacidos en cautividad					
Retorno de individuos criados en cautividad al medio silvestre					
Otras actividades					



### Anexo 2b. Información que deberá ser reportada a la CONABIO y la DGVS-SEMARNAT para dar seguimiento puntual al programa piloto

Varios de los campos necesarios para dar de alta el sitio en la Base de datos de la CONABIO son asignados con base en el esquema de Regiones de Coordinación, Rutas y Sitios del Programa de Monitoreo de Cocodrilo de Pantano, por lo que antes de iniciar el monitoreo es necesario comunicarse al correo [ac-cites@conabio.gob.mx](mailto:ac-cites@conabio.gob.mx), y a los teléfonos 50044937 ó 50045025, para que las actividades se encuentren coordinadas.

#### SECCIÓN INFORMACIÓN DEL SITIO

- 1 La CONABIO proporcionará Clave de la Ruta, Clave del Sitio, Nombre oficial del Sitio, Estado y Municipio.
- 2 Se debe de enviar a la CONABIO el trazo del recorrido que se seguirá durante el monitoreo de DVN en el cuerpo de agua. Este recorrido deberá entregarse en Excel en formato de coordenadas con grados, minutos y segundos (sin decimales). Este trazo debe de ser una sola línea continua que marque desde el inicio hasta el fin del recorrido (numerando la secuencia de cada punto). También puede enviarse el archivo en formato de Google Earth (.kml o .kmz).



**Figura 50.** Ejemplo de dos trazos de recorrido (marcados en rojo) para una laguna (izq. Muyil) y un río con Laguna (der. Tabasquillo)

CapturaSitios

Clave Ruta:  Estado:

Clave Sitio:  Municipio:

Nombre Sitio:

Coordenadas del sitio

LatitudGrados	LatitudMinutos	LatitudSegundos	LongitudGrados	LongitudMinutos	LongitudSegundos	Orden
18	22	24	92	40	50	1
18	21	13	92	40	17	2
18	19	35	92	40	50	3
18	18	29	92	40	7	4
18	18	5	92	39	24	5
18	16	53	92	39	18	6
18	16	39	92	39	58	7
18	15	9	92	40	19	8
18	14	43	92	40	3	9
18	15	6	92	37	40	10
18	14	27	92	36	30	11
18	13	54	92	36	46	12
18	13	56	92	37	32	13
18	13	12	92	38	25	14
18	14	30	92	40	2	15

**Figura 51.** Ejemplo de datos del GPS que en conjunto forman el trazo del recorrido del sitio Tabasquillo. En la columna "Orden" se indica con 1 el inicio del trazo y el último número corresponde al final del mismo.



## SECCIÓN MONITOREO EN VIDA LIBRE

- 1 Capturar la información de los recorridos de DVN (detección visual nocturna), MRE (marcaje y recaptura de ejemplares), EMH (evaluación y monitoreo del hábitat) y USN (ubicación y seguimiento de nidos) de acuerdo a lo referido en el anexo 2a y en esta publicación.
- 2 Particularmente para la metodología USN, es necesario contar con un respaldo documental de la posición del nido. Por tanto, se tomará una fotografía del nido con el GPS a una distancia que permita leer la geoposición marcada por el mismo. Las fotografías que se generen de esta forma se entregarán a la CONABIO numerandolas con el siguiente formato: dos dígitos del año\_cuatro dígitos de la clave del sitio(sin puntos)\_número de nido registrado (la numeración es independiente dentro de cada sitio de muestreo)\_número consecutivo de fotografía (si se entrega más de una fotografía por nido).

## SECCIÓN MANEJO EN CAUTIVERIO

- 1 Clave de nido y clave única de ejemplares (CUNA)
  - ⦿ Durante el recorrido USN es necesario indicar en la base de la CONABIO qué nidos fueron colectados para que ésta genere la clave del nido y la clave única de ejemplares (CUNA) que deberá ser registrada para cada uno de los huevos colectados en campo.

**UBICACION Y SEGUIMIENTO DE NIDOS (USN)**

de la Ruta:  Clave del Sitio:

o de Recorrido:

Latitud	Longitud	Nido revisado (Si/No)	Tipo Nido (M o H)	Diametro del Nido (cm)	Alt/Prof de la camara de aridacion (cm)	Material de construcción (Hojarasca, Arena, ...)	Foto Nido y su alrededor (Si/No)	Dist de la orilla(m)	Sombra al nido (%)	Temp camara huevos(°C)	Hembra presente (Si/No)	# de crías cercanía	#Total Huevos en nido	# de Huevos viables	# de Huevos medidos y pesados	Prom diam mayor Huevos (mm)	Prom diam menor Huevos (mm)	Prom peso Huevos (g)	Nido depredado (Si/No)	Notas	
11	11	<input checked="" type="checkbox"/>	M	200	35	Hojarasca	<input checked="" type="checkbox"/>	15	50		<input type="checkbox"/>	0	10	5	0					<input type="checkbox"/> Doble cámara	<input type="button" value="Clave CUNA"/>
11	12	<input checked="" type="checkbox"/>	M	210	35	Hojarasca	<input checked="" type="checkbox"/>	30	50		<input type="checkbox"/>	0	10	2	0					<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Clave CUNA"/>

### Informe de Clave Única de Ejemplares

Clave única (CUNA) de ejemplares colectados por nido

Cada huevo deberá ser asociado a su clave única (CUNA) asignada por la base de datos. Ésta, se asignará con base en el número de huevos viables en el nido y permitirá el seguimiento y registro de información del ejemplar en la base, desde el nido hasta su sacrificio, por lo que es necesario que se asocie con un solo ejemplar de por vida.

Desde que se colectan hasta la eclosión solo es necesario generar un registro si existe mortandad o bien cuando eclosione el ejemplar.

Desde que se colectan hasta la eclosión solo es necesario generar un registro si existe mortandad o bien cuando eclosione el ejemplar.

Una vez salidos de incubadora deberá existir al menos un registro al mes por CUNA

Fecha del muestreo: 30/06/2016

Clave del Sitio: MXS4.9.1.1

Estado: Quintana Roo

Clave Nido: 4911\_17\_2

Sitio: Laguna Chacchoben

# de huevo: CHAC\_17\_02\_01

# de huevo: CHAC\_17\_02\_02

CUNA de 2 huevos viables en el Nido con Clave 4911\_17\_2

**Figura 52.** Ejemplo de datos del formulario de ubicación y seguimiento de nidos (USN). Se muestra en rojo el botón para obtener la clave CUNA y clave del nido aprovechado (éste se activa en cuanto se marca como colectado el nido registrado).



## 2 Ingreso y seguimiento a la incubación

Se muestra un formato de ayuda para el registro de datos de ingreso y seguimiento a la incubación, mismos que deberán de ser descargados en la base de datos de la CONABIO. Se deberá llenar un registro por incubadora.

BITÁCORA DE LA INCUBADORA			
<b>Formato de ayuda para el registro y seguimiento a la incubación</b>			
Clave de la UMA:		Número de Incubadora:	
Descripción de la incubadora			

SEGUIMIENTO A LA INCUBACIÓN			
Inicio de la incubación:		Primera eclosión:	
Fin de la incubación:		Última eclosión:	

NIDOS EN INCUBACIÓN									
<b>Agregar la clave de los nidos a los que pertenecen los huevos que se ingresaron en esta incubadora</b>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Clave del Nido									

PARÁMETROS DE INCUBACIÓN									
<b>Desde el inicio al fin de la incubación es necesario ingresar al menos un registro por semana de los parámetros de la incubadora (temperatura y humedad)</b>									
Fecha de registro									
Temperatura (°C)									
Humedad %									



### 3 Baja de ejemplares

Desde el momento de colecta de huevos, se debe de dar seguimiento a la sobrevivencia de los mismos al menos durante los siguientes puntos:

- ⊙ Traslado del campo a la incubadora
- ⊙ Durante la incubación
- ⊙ Durante el crecimiento post-eclosión
- ⊙ En su sacrificio para obtener la piel del ejemplar

En el momento en el que un ejemplar muera, se deberá de dar de baja con el formato de Baja de Ejemplares. Se muestra un formato de ayuda para el registro de los datos que deberán de ser descargados en la base de de datos de la CONABIO

BAJA DE EJEMPLARES					
Formato de ayuda para la baja de ejemplares					
Llenar la CUNA del ejemplar a dar de baja, y seleccionar con una X la causa de la muerte. En todos los casos colocar una descripción del suceso en la parte inferior del formato					
CUNA	#	#	#	#	#
¿Murió en el transporte a la incubadora?					
¿Murió durante la incubación?					
Muerte Embrionaria					
Infección					
Aplastado					
Otro					
¿Murió durante su crecimiento?					
Pelea entre ejemplares					
Ejemplar sacrificado para venta					
Ejemplar sacrificado por deformación congénita					
Transporte a otra UMA					
Enfermedad					
Otro					
Descripción del suceso					



4 Bitácora de CUNA para el seguimiento de ejemplares

A lo largo del desarrollo del ejemplar, desde el momento de la eclosión se deberá de registrar al menos una vez al mes información sobre su longitud total (LT en cm), longitud hocico cloaca (LHC en cm) y Peso (en gramos). Se muestra un formato de ayuda para el registro de los datos que deberán de ser descargados en la Base de datos de la CONABIO

BITACORA CUNA									
Formato de ayuda para el seguimiento del crecimiento de ejemplares									
Llenar la CUNA del ejemplar y al menos un registro por mes de LT (cm), LHC (cm) y peso (gr) por ejemplar									
CUNA	Fecha (MM/DD/AAAA)	LT (cm)	Peso (gr)	LTH (cm)	*Condición física N = Normal D = Deformación congénita	*¿Ejemplar prematuro?	*Sexo (Masculino/Femenino)	*Cicatriz umbilical cerrada (Si/No)	Notas

\* Los campos con asterisco no podrán ser modificados una vez llenados. En el caso de la cicatriz umbilical, es necesario marcar el campo como Si al momento del cierre de la misma.

En caso de existir cualquier duda en el registro de información en la base de datos, es necesario contactar con la CONABIO.

# Notas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Notas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Notas



A series of 19 horizontal lines for writing, starting below the title and extending across the width of the page.

# Notas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---





Fue impreso en los Talleres del Grupo Editorial Litográfico BOMEX S. A. de C.V.  
Nahuatlacas 445 colonia Ajusco, delegación Coyoacán, Ciudad de México.  
Impreso y Hecho en México  
Primera edición, mayo 2018



**CONABIO**

COMISIÓN NACIONAL PARA EL  
CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

