



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN ANATÓMICA DE LOS  
OSTEODERMOS DEL COCODRILO DE PANTANO (*Crocodylus  
moreletii*) EN DISTINTOS ESTADIOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE  
DIAFANIZACIÓN.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**BIÓLOGO**

PRESENTA:

**SANDRA GUADALUPE PARDO RÍOS**

DIRECTOR DE TESIS:

**DRA. GABRIELA SÁNCHEZ FABILA**

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de Méx.

mayo 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Descripción y comparación anatómica de los osteodermos del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en distintos estadios mediante la técnica de diafanización.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme terminar mi carrera y por su fidelidad diaria en mi vida.

A mi mamá por apoyarme siempre en mis estudios y estar conmigo en cada etapa de mi vida. Gracias Gemi.

A mi directora de tesis Gaby por el conocimiento y entusiasmo que compartió conmigo.

A mis hermanas Magali y Lucía por su ayuda y cariño.

A mi tía Chelín y a mi prima Diana porque siempre estuvieron y están para ayudarme.

A mi amiga Jessica por escucharme y alentarme en momentos difíciles.

A mi amigo Héctor el iguano por apoyo y cariño incondicional.

A mi escuela por la formación académica y las experiencias en el laboratorio y el campo que me brindó.

A la UNAM por abrirme las puertas al conocimiento científico y de la vida.

## CONTENIDO

Resumen .....	5
Introducción.....	6
Biología de <i>Crocodylus moreletii</i>	
Taxonomía.....	8
Estructura externa .....	8
Coloración .....	9
Exoesqueleto y piel.....	9
Distribución .....	10
Antecedentes .....	11
Justificación .....	13
Objetivos .....	13
Objetivo general	
Objetivos particulares	
Materiales y métodos	
Trabajo en laboratorio.....	14
Trabajo en campo .....	15
Proceso de diafanización .....	17
Resultados	
Descripción anatómica .....	22
Análisis y discusión .....	27
Conclusiones .....	29
Bibliografía .....	30
Anexo 1 .....	32
Anexo 2 .....	34

## RESUMEN

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es una de las tres especies de cocodrilianos que habitan en México. Tiene una longitud promedio de cuatro metros y su color característico es jaspeado con amarillo y negro. Su piel posee atributos sumamente deseables para la industria peletera, ya que es suave, fácil de tratar y aprovechable de manera íntegra, convirtiéndolo en la especie de cocodrilo de mayor importancia económica en México. En la región dorsal posee placas dérmicas osificadas llamadas osteodermos o escudetes que desempeñan un papel fundamental en el intercambio calorífico con el entorno. Es por ello que en el presente estudio se realizó una descripción anatómica de los osteodermos de *Crocodylus moreletii* en diferentes estadios mediante la técnica de diafanización. Observándose que las crías no presentan los escudetes osificados mientras que los juveniles si, que el patrón de distribución de los osteodermos de manera general es el mismo y que el proceso de osificación de éstos ocurre entre el estadio de cría a juvenil, con una talla de 30 a 52 cm respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

La interacción entre el hombre y los cocodrilos ha existido desde hace mucho tiempo. Anteriormente fue una relación de respeto y admiración, muestra de ello es la veneración que les rendían culturas antiguas como la egipcia, náhuatl y maya. En el folklore de México, la figura del cocodrilo ha estado presente en diferentes formas y ha motivado varias creencias en los pueblos antiguos de México: fertilidad, creación, nacimiento, muerte y renacimiento.

Los cocodrilos también aportan beneficios económicos a las poblaciones humanas, entre los que se encuentra el aprovechamiento no extractivo en unidades de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) extensivas, que permiten las actividades de ecoturismo mediante recorridos en embarcaciones medianas, siendo el avistamiento de cocodrilos el principal atractivo. Enfocándose primordialmente en la recuperación, investigación y exhibición de la especie (Semarnat, 2010b).

Así también, el aprovechamiento extractivo (UMA) intensivas, que permiten el uso y comercialización de ejemplares y sus derivados; piel, carne, huevos, e inclusive utilizados como mascota y para ornato (Lazcano *et al.*, 1992). Existe además un mercado potencial de artesanías donde se comercializan cráneos, huesos, osteodermos, dientes y uñas que se venden como recuerdos para los turistas. Asimismo, se utilizan sus gónadas, almizcle y orina para la fijación de perfumes (Huchzermeyer, 2003).

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es uno de los regalos de la biodiversidad mexicana y es una especie muy adaptable al cautiverio (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Es llamado así en honor a P.M.A. Morelet, un malacólogo francés y colector de animales, quien colectó dos ejemplares en Las Flores, Petén, Guatemala en 1851. Tiempo después Duméril, un naturalista francés, describió esta nueva especie de cocodrilo (Global Biodiversity Information Facility 2005). También es llamado lagarto mexicano, cocodrilo de piel suave o lagarto del Petén (King & Brazaitis 1971).

Es una especie de gran interés debido a que su piel posee atributos sumamente deseables para la industria peletera (Platt y Thorbjarnarson, 2000), ya que es suave y fácil de tratar. Su piel es bastante delgada para un cocodriliano, incluso la dorsal que es la región con mayor número de osteodermos y por esto mismo las pieles de esta especie se utilizan íntegramente (Álvarez del Toro, 1974). Convirtiéndolo quizá en la especie de cocodriliano de mayor importancia económica en México

Se han realizado diversos trabajos acerca de los cocodrilos, utilizando diferentes técnicas para el estudio de éstos. La diafanización es una técnica anatómica utilizada desde hace más de un siglo. Se ha empleado para estudios de desarrollo óseo y dental, así como para la determinación de los centros de osificación en animales vertebrados. El objetivo de la técnica es transparentar los tejidos blandos y así poder observar las estructuras óseas y cartilaginosas teñidas previamente con algún colorante. Por lo que resulta útil para el estudio anatómico de las placas dérmicas osificadas: osteodermos o escudetes, que posee *Crocodylus moreletii*.



## Biología de *Crocodylus moreletii*

### Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Cordata

Clase: Reptilia

Orden: Crocodylia

Familia: Crocodylidae

Género: *Crocodylus*

Especie: *Crocodylus moreletii*



Fig. 1 Ejemplar adulto de *C. moreletii*

### Estructura externa

El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) es un reptil de mediano a gran tamaño, con una longitud promedio en su edad adulta de cuatro metros (Méndez, 2000). Tiene el cuerpo alargado, provisto de cuatro miembros locomotores y una larga cola. Los miembros posteriores son los más fuertes y presentan cuatro dedos, los anteriores tienen cinco dedos, de los cuales el pequeño o quinto carece de uña. Su cola es redondeada al principio y posteriormente comprimida, y ostenta dos crestas escamosas que finalmente se unen para formar una sola arista dentada (Álvarez del Toro, 1974).

Tiene el hocico moderadamente más corto y ancho en comparación con *C. acutus* y tiene un perfil convexo, Méndez (2001) indicó que *C. moreletii* posee 36 dientes en la mandíbula superior y 30 en la mandíbula inferior. El cuarto diente mandibular es visible cuando mantiene las mandíbulas cerradas. Los ojos son prominentes de color pardo dorado (Guzmán, 1973). Los machos suelen ser más grandes que las hembras, con el hocico más ancho y mejillas más gruesas.



Fig. 2 Adulto de *C. moreletii* en vista lateral

### Coloración

Su color característico es jaspeado o vermiculado con amarillo ocre y negro, además de grandes manchas oscuras en los costados y la cola. Con el aumento de edad los jaspeados negros tienden a dominar a los amarillos, resultando adultos negruzcos, principalmente machos, pues en las hembras aparecen con más frecuencia tonos amarillos. El hocico es blanquizco con finos puntos negros desperdigados (Álvarez del Toro, 1974). Tal como se puede observar en la figura 2.



Fig. 3 Cocodrilos juveniles en la granja El Colibrí, La Antigua Veracruz.

### Exoesqueleto y piel

La cabeza es ancha y aplanada, presenta cuatro escudetes nucales y seis cervicales, los escudos dorsales son planos con excepción de las dos filas exteriores.

La piel de estos reptiles presenta dos capas: dermis y epidermis. La dermis está constituida principalmente por el corion (laxo y compacto) y tejido subcutáneo (más profundo), incluyendo células adiposas. Por otra parte, la epidermis presenta tres capas típicas; estrato profundo o capa generatriz (una capa de células cúbicas), el estrato intermedio con elementos aplastados y trazas de queratinización y el estrato córneo. Este último se divide en un estrato profundo, de queratina  $\alpha$ - la forma más

común de queratina y uno superficial homogéneo de queratina  $\beta$ - dura, resistente y no elástica (Kardong, 1999).

La piel de esta especie es bastante delgada para un cocodriliano, incluso la dorsal y por esto mismo las pieles se utilizan íntegramente (Álvarez del Toro, 1974). En la región dorsal posee placas óseas llamadas osteodermos o escudetes, éstos desempeñan un papel fundamental en el intercambio calorífico con el entorno. Estas estructuras poseen vasos sanguíneos y pueden absorber el calor del sol, al pasar la sangre por ellas, se calienta distribuyendo el calor por todo el cuerpo para poder llevar a cabo las actividades diarias del organismo (Carroll, 1988).

## Distribución

De las 23 especies de cocodrilianos del mundo, en México se distribuyen tres: el caimán (*Caiman crocodilus*), el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*).

El cocodrilo *moreletii* se distribuye en la Vertiente del Atlántico en las zonas costeras bajas de Tamaulipas, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Yucatán, Campeche, Belice, norte de Guatemala y Honduras (SEMARNAP, 1999).



Fig. 4 Distribución de *Crocodylus moreletii*

## ANTECEDENTES

King y Brazaitis (1971) en su estudio “Identificación de especies de pieles comerciales de cocodrilo” concluyeron que las pieles de *Crocodylus moreletii* se distinguen por las glándulas foliculares y la ausencia de osteodermos en el vientre.

Ross y Ross (1974) realizaron un estudio en el que demostraron que la presencia de irregularidades caudales en *C. moreletii* es utilizada por algunos autores para ayudar en la identificación de pieles comerciales.

Lazcano (1982) en su estudio “Estado y ecología de *C. moreletii* en el centro de Veracruz, México” obteniendo que la presencia de escamas entre los anillos sub caudales es una característica distintiva del cocodrilo de Morelet que permite la identificación de los individuos.

Lauren (2017) determinó el promedio de la variabilidad intraespecífica de la geometría y la fluctuación asimétrica de los escudos dorsales en cinco especies de cocodrilos; *Alligator mississippiensis*, *Caiman yacaré*, *Paleosuchus trigonatus* *Crocodylus acutus*, *Crocodylus porosus*. Observando que el cocodrilo americano, muestra significativamente más asimetría que otras especies.

Álvarez del Toro (1974) realizó un estudio comparativo de los Crocodylia de México, describiendo la escutelación de *C. moreletii* y la importancia comercial de su piel, reportando que la piel de esta especie se utiliza de manera íntegra en la industria peletera debido a sus atributos.

Ross (1987) realizó un trabajo en el que describió la escutelación de *C. moreletii*, concluyendo que la armadura del cuello normalmente consiste en cuatro o más escudetes post occipitales y seis o más nucales. La cola muestra irregularidades en las escamas caudales anteriores en la región ventral y a veces en la ventro-lateral.

Pérez-Higareda *et al.* (1991) realizaron una identificación de las especies mexicanas de cocodrilos. Indicaron el arreglo en distribución y número de osteodermos en las regiones del cuerpo de *C. moreletii*.

Sigler (1997b) en su estudio “Escutelación de *C. acutus* y *C. moreletii* en México” señaló la importancia de la escutelación en la diferenciación de estas especies,

encontrando que *C. moreletii* muestra similitud en el número y disposición de escamas en diferentes regiones del cuerpo.

La SEMARNAP (2000) realizó un proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los Crocodylia en México, indicando la escutelación que *C. moreletii* presenta.

Méndez (2001) realizó un estudio descriptivo de la osteología de los Crocodylia mexicanos, señalando que *C. moreletii* posee crestas de cartílago parcialmente osificado en los costados de las extremidades.

Platt *et al.* (2008) describieron la escutelación de 102 *C. moreletii* de Belice. Encontraron que la escutelación de los *C. moreletii* de Belice es consistente con las descripciones publicadas.

## JUSTIFICACIÓN

Los estudios anatómicos con respecto a la piel de los cocodrilos son escasos, sobre todo en nuestro país. La piel de los cocodrilos es de suma importancia ecológica, ya que los osteodermos desempeñan un papel fundamental en el proceso de termorregulación de estos animales. Además del valor económico que posee, debido a que la piel del cocodrilo *moreletii* posee atributos sumamente deseables para la industria peletera, por tener una piel suave y fácil de tratar aprovechándose de manera íntegra, lo convierte en la especie de cocodrilo de mayor importancia económica en México

Por ello el conocimiento que se tenga de él, resultara en beneficio de su aprovechamiento.

## OBJETIVO GENERAL

Describir la anatomía de los osteodermos de *Crocodylus moreletii* en diferentes estadios, mediante la técnica de diafanización.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Comparar los patrones de distribución de los osteodermos por región corporal, entre estadios y tallas de *Crocodylus moreletii*.
- Determinar mediante la técnica de diafanización como ocurre el proceso de osificación de los osteodermos del estadio de cría a juvenil.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Trabajo en laboratorio

Se obtuvieron ocho organismos muertos de la especie *Crocodylus moreletii* en diferente estadio (crías y juveniles) y tamaño. Se fijaron inyectándolos con formol al 4% y preservaron sumergiéndolos en alcohol al 96%. Posteriormente se tomaron las medidas morfométricas de cada ejemplar (ANEXO 1).

La determinación de estadios de los organismos trabajados se realizó mediante la clasificación de Sigler (2001), que propone cuatro clases: La clase I “crías” incluye ejemplares menores de 50 cm de LT; la clase II “juveniles” comprende ejemplares entre 50 y 100 cm de LT; la clase III “sub adultos” incluye a ejemplares entre 100 y 150 cm de LT; y la clase IV a cocodrilos mayores de 150 cm de LT.

Se retiró la piel de los organismos y se trabajaron mediante la técnica de Diafanización (Sandoval *et al.*, 2016).

El proceso de diafanización se desarrolla en varias etapas; fijación, digestión alcalina, tinción y conservación del espécimen. Se inicia con la fijación del organismo utilizando formaldehído o alcohol, mediante la formación de enlaces cruzados entre las proteínas y la inactivación de enzimas autolíticas para impedir la degradación post mortem de los tejidos y para mantener la citomorfología de las células. La solución fijadora también tiene un efecto desinfectante, evitando la colonización de agentes microbianos que puedan interferir con la conservación del tejido orgánico. Esto realizado mediante inyección intravascular, o al sumergir los especímenes en la solución (Sandoval *et al.*, 2016).

Seguido a esto se lleva a cabo la diafanización propiamente dicha; en la cual se transparentan los tejidos blandos con una solución alcalina altamente corrosiva de hidróxido de potasio (KOH). Este deshidrata los tejidos mediante una reacción de óxido-reducción, y hace que se pierda la epidermis por proceso de epidermólisis química, formando fisuras y poros a nivel de la dermis para facilitar el paso del colorante del tejido blando superficial a las estructuras óseas. Es así que se tiñen los tejidos blandos que quedaron expuestos en la diafanización con colorantes altamente afines por los tejidos mineralizados. Se utiliza por lo general rojo de alizarina para tejido óseo (Rivera *et al.*, 2015).

Finalmente se conserva la muestra diafanizada con los tejidos mineralizados teñidos en una solución de glicerina, la cual cumple funciones de conservación y reemplaza al formaldehído.

### **Trabajo en campo**

Con la finalidad de observar y comparar la distribución de los osteodermos de *Crocodylus moreletii* trabajados en el laboratorio (crías y juveniles) con organismos adultos, se realizó una visita a la granja de cocodrilos El colibrí, en La Antigua, Veracruz.

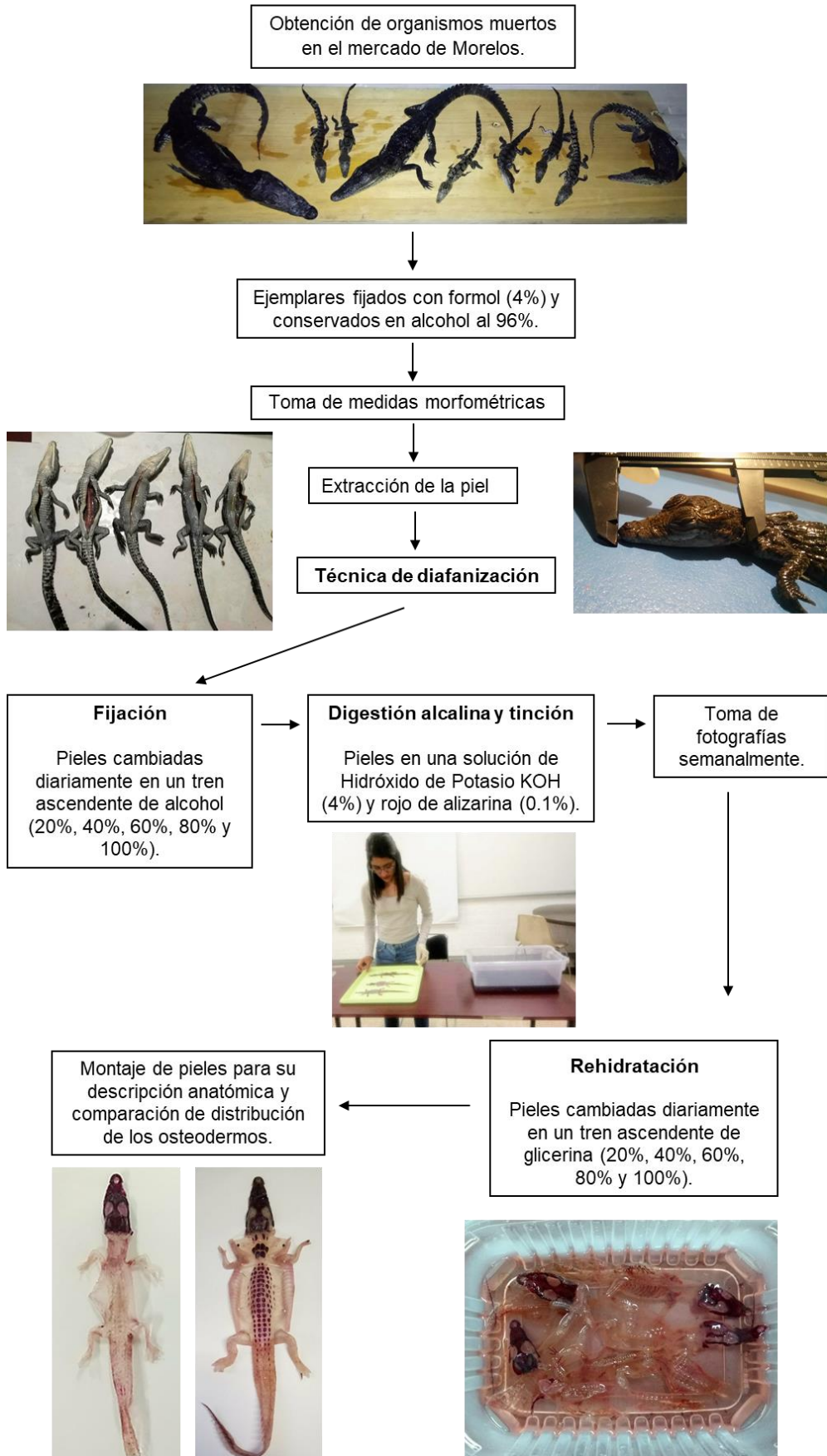
Las distintas áreas de exhibición fueron recorridas, anotando datos acerca de las edades y tallas de los ejemplares ubicados en cada estanque, y tomando fotografías de la parte dorsal de los ejemplares adultos para poder observar la escutelación y compararla con la de los ejemplares trabajados mediante la técnica de diafanización. (ANEXO 2).





Descripción y comparación anatómica de los osteodermos del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en distintos estadios mediante la técnica de diafanización.

**Metodología**



### **Proceso de diafanización**

Para poder lograr la diafanización de las pieles de cocodrilo, se tuvieron que extraer éstas del cuerpo de los organismos, después de someterlas al proceso de diafanización se pudieron observar las pieles teñidas de un color rojizo pardo a liláceo, en las primeras dos semanas como se muestra en la figura 5.

A medida que avanzó el tiempo, las pieles fueron aclarándose cada vez más (Fig. 6), debido a la digestión alcalina realizada por el Hidróxido de potasio (KOH), dejando resaltadas las estructuras osificadas; el cráneo y los osteodermos con una tonalidad morada, ocasionada por el colorante rojo de alizarina.

Cabe señalar que el Hidróxido de potasio en el que se encontraban las pieles, fue cambiado varias veces debido al exceso de restos de tejido muscular suspendidos en la solución y también con la finalidad de acelerar el proceso de transparentación.

Para la sexta semana las pieles se observaron casi transparentes con los osteodermos bien definidos. En el caso de las crías, únicamente se tiñó el cráneo, pero se pueden apreciar las marcas de los escudetes, mientras que en los juveniles se pueden identificar las placas teñidas gracias al colorante utilizado (Fig. 7).

Evidencia fotográfica del proceso de diafanización en pieles de *Crocodylus moreletii*

Pieles en la segunda semana del proceso de diafanización



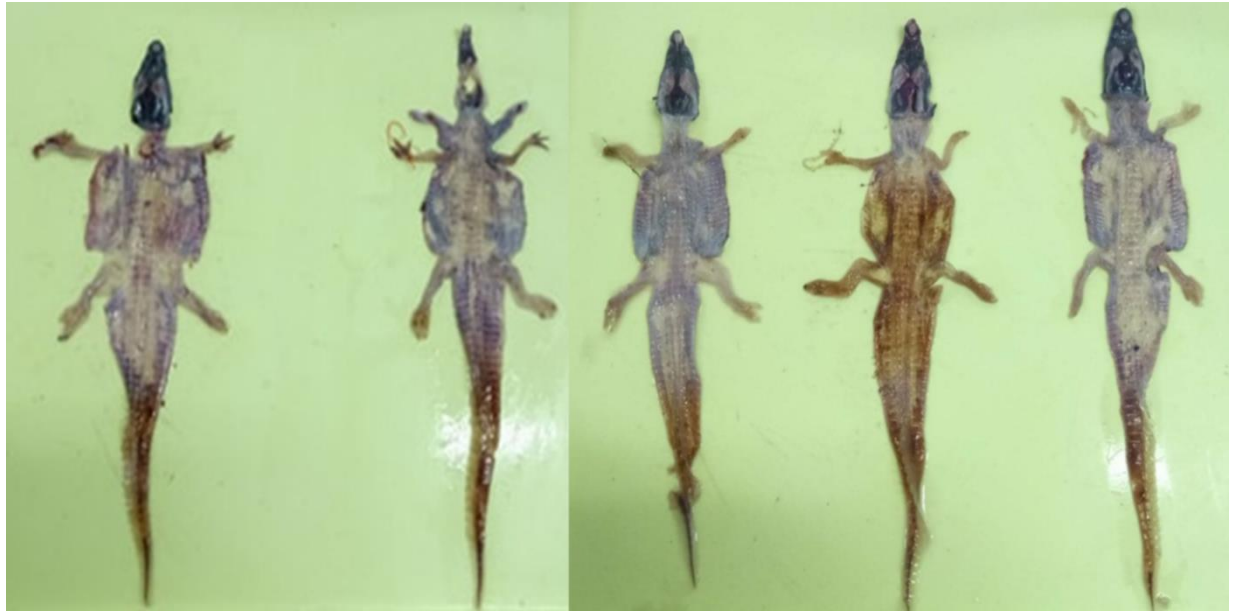
Crías



Juveniles

Fig. 5 Crías y juveniles de *Crocodylus moreletii* en la segunda semana del proceso de diafanización. Presentan una coloración rojiza pardo con algunas partes tenues de color lila.

Pieles en la cuarta semana del proceso de diafanización



Crías



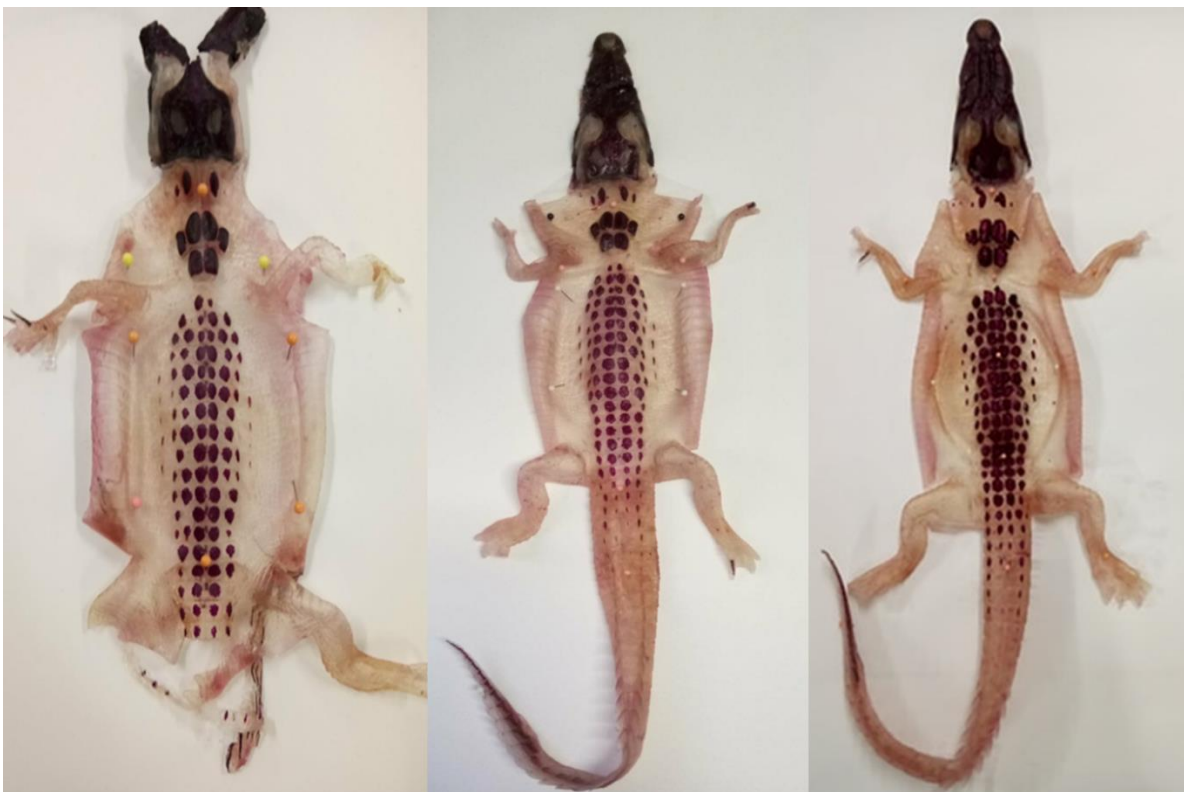
Juveniles

Fig. 6 Crías y juveniles de *Crocodylus moreletti* en la cuarta semana del proceso de diafanización. Las tonalidades cafés se van aclarando y comienzan a definirse de color morado las estructuras óseas.

Pieles en la sexta semana del proceso de diafanización



Crías



Juveniles

Fig. 7 Crías y juveniles de *Crocodylus moreletii* en la sexta semana del proceso de diafanización. Las pieles son casi en su totalidad traslucidas. En crías la tinción se presenta en el cráneo únicamente y en juveniles el cráneo y los osteodermos se observan teñidos de color morado.

El siguiente esquema presenta la regionalización de la piel de *Crocodylus moreletii*, útil para realizar la descripción anatómica y comparación de la distribución de los osteodermos o escudetes.

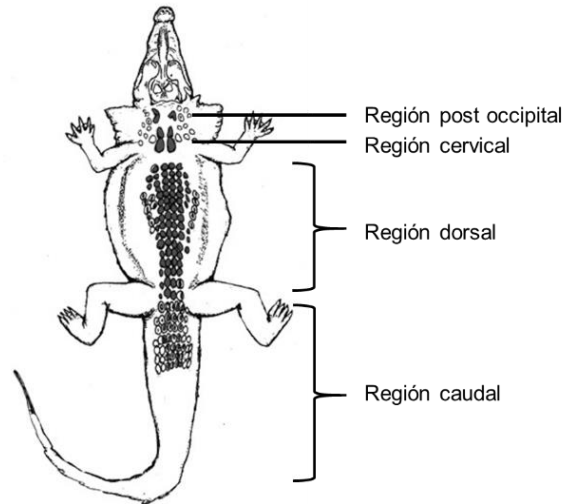


Figura 8. Regionalización de la piel de *Crocodylus moreletii*.

## RESULTADOS

### Descripción anatómica

En la figura 9 se pueden apreciar las pieles de un juvenil y una cría de *Crocodylus moreletii*. Observándose una diferencia entre ellas, puesto que en la piel del juvenil se identifican los osteodermos dorsales teñidos de morado mientras que en la piel de la cría no, sino, únicamente las marcas de la escama de los escudetes.



Fig. 9 Pieles de a) juvenil y b) cría de *Crocodylus moreletii* finalizado el proceso de diafanización.

En la siguiente figura se observan las regiones post occipital y cervical de un juvenil y una cría, comparadas con un adulto (Fig. 10).

La región post occipital presenta dos osteodermos principales y dos laterales de menor tamaño alineados en una hilera. En la zona cervical se puede ver un conjunto de seis osteodermos; cuatro de ellos superiores y dos inferiores. Estos escudetes son de mayor tamaño que los post occipitales y presentan en su parte media un relieve en forma de cresta. A la periferia de las dos regiones se encuentran osteodermos de menor tamaño y con un acomodo irregular.

Tanto crías como juveniles y adultos presentan esta distribución.

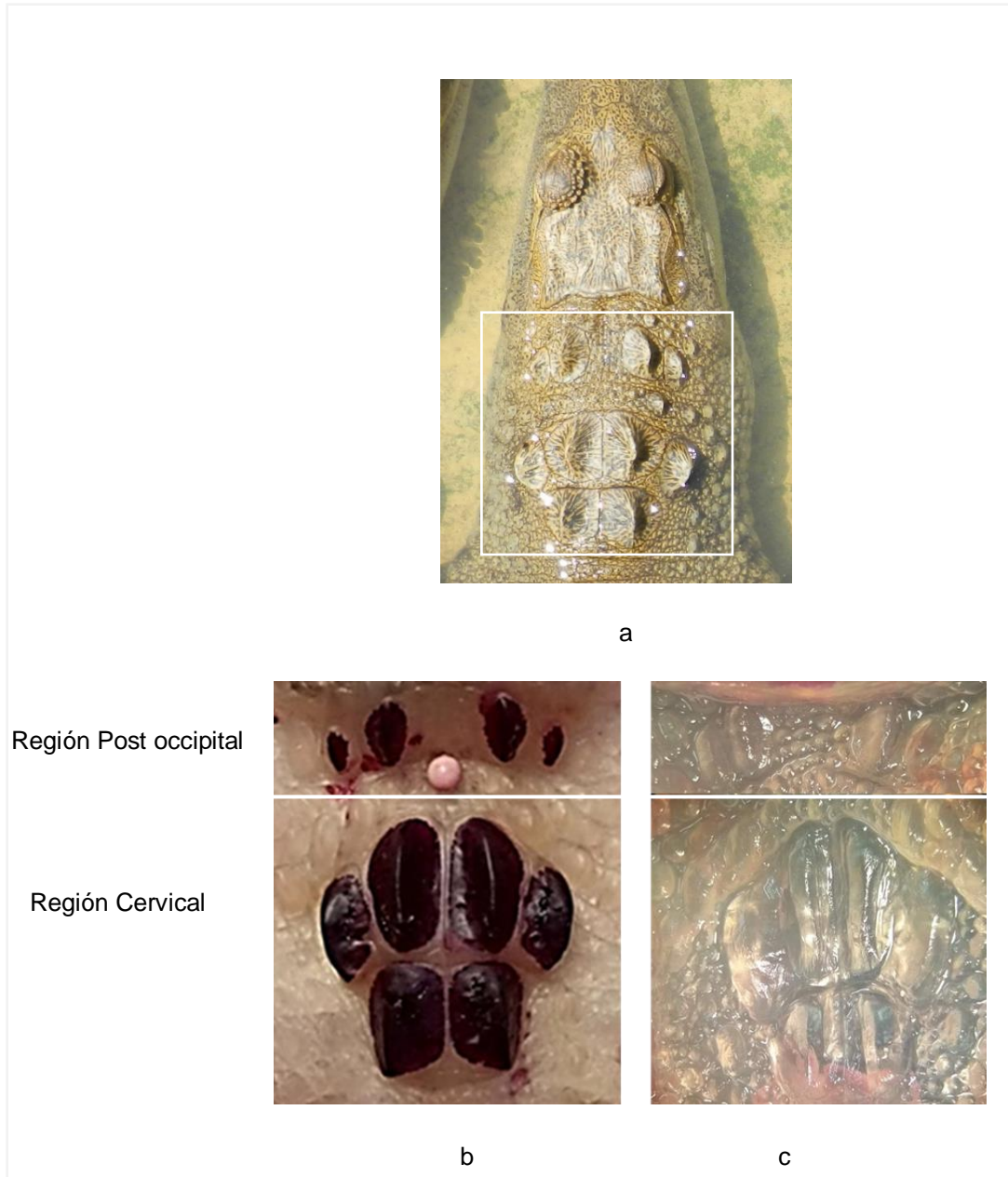


Figura 10. Osteoderms post occipitales y cervicales de un a) adulto, b) juvenil y c) cría de *Crocodylus moreletii*.

En la región dorsal encontramos de 15 a 16 hileras transversales de osteoderms, las hileras superiores e inferiores presentan cuatro osteoderms con un acomodo alineado verticalmente, lo que permite ver cuatro filas principales a lo largo del dorso. Mientras que las hileras centrales poseen de seis a ocho placas en cada una de ellas y su distribución es un tanto irregular (Fig. 11).



Descripción y comparación anatómica de los osteodermos del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en distintos estadios mediante la técnica de diafanización.

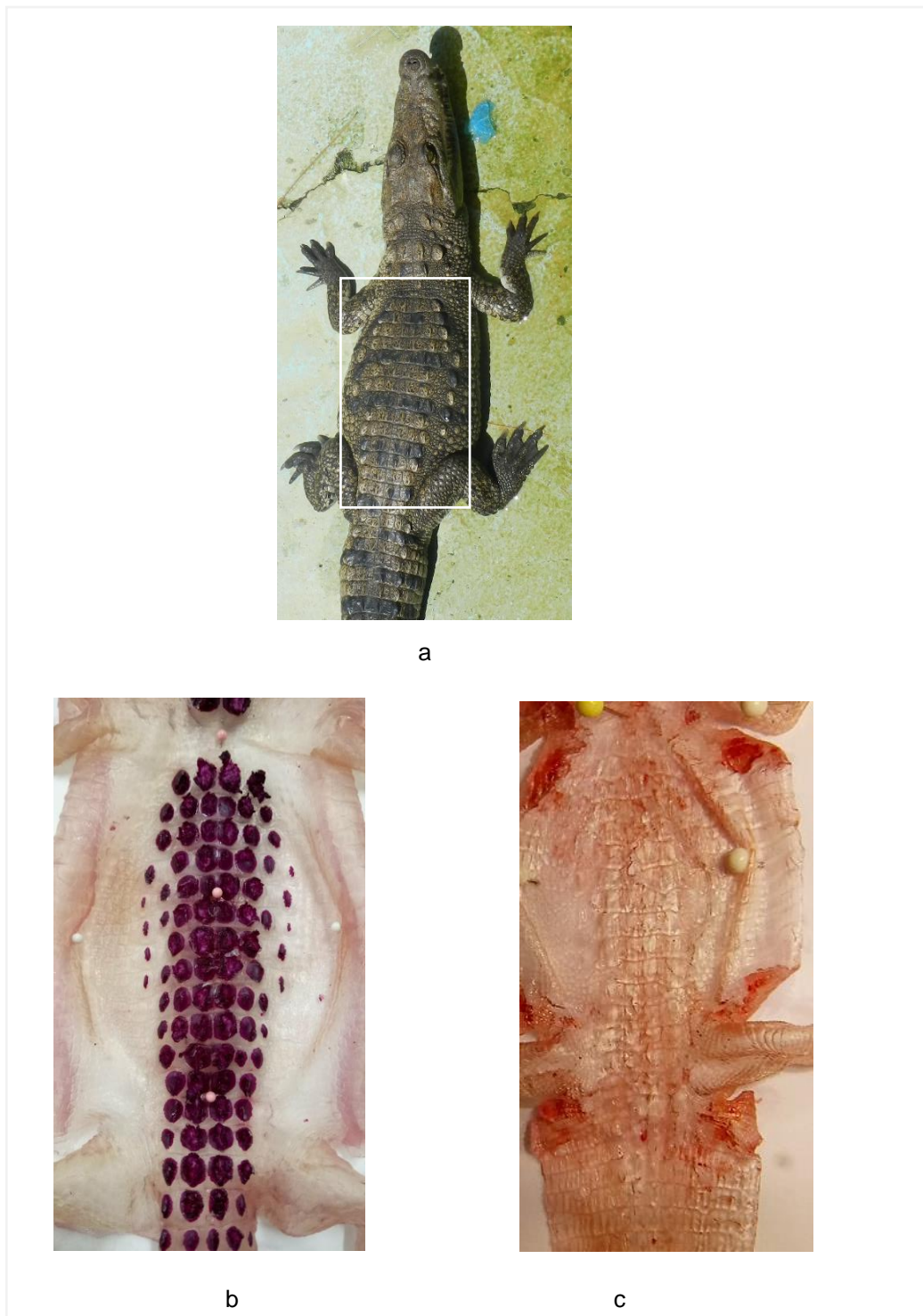


Fig. 11 Osteodermos dorsales de un a) adulto, b) juvenil y c) cría de *Crocodylus moreletii*.

La figura 12 muestra los osteodermos de la región caudal del cocodrilo en diferentes estadios. Las cuatro filas de escudetes que se presentaban en la región dorsal se

extienden hasta la cola. Los osteodermos exteriores presentan una cresta que se va haciendo más pronunciada hacia el final de la cola, tal como se puede ver en el ejemplar adulto.

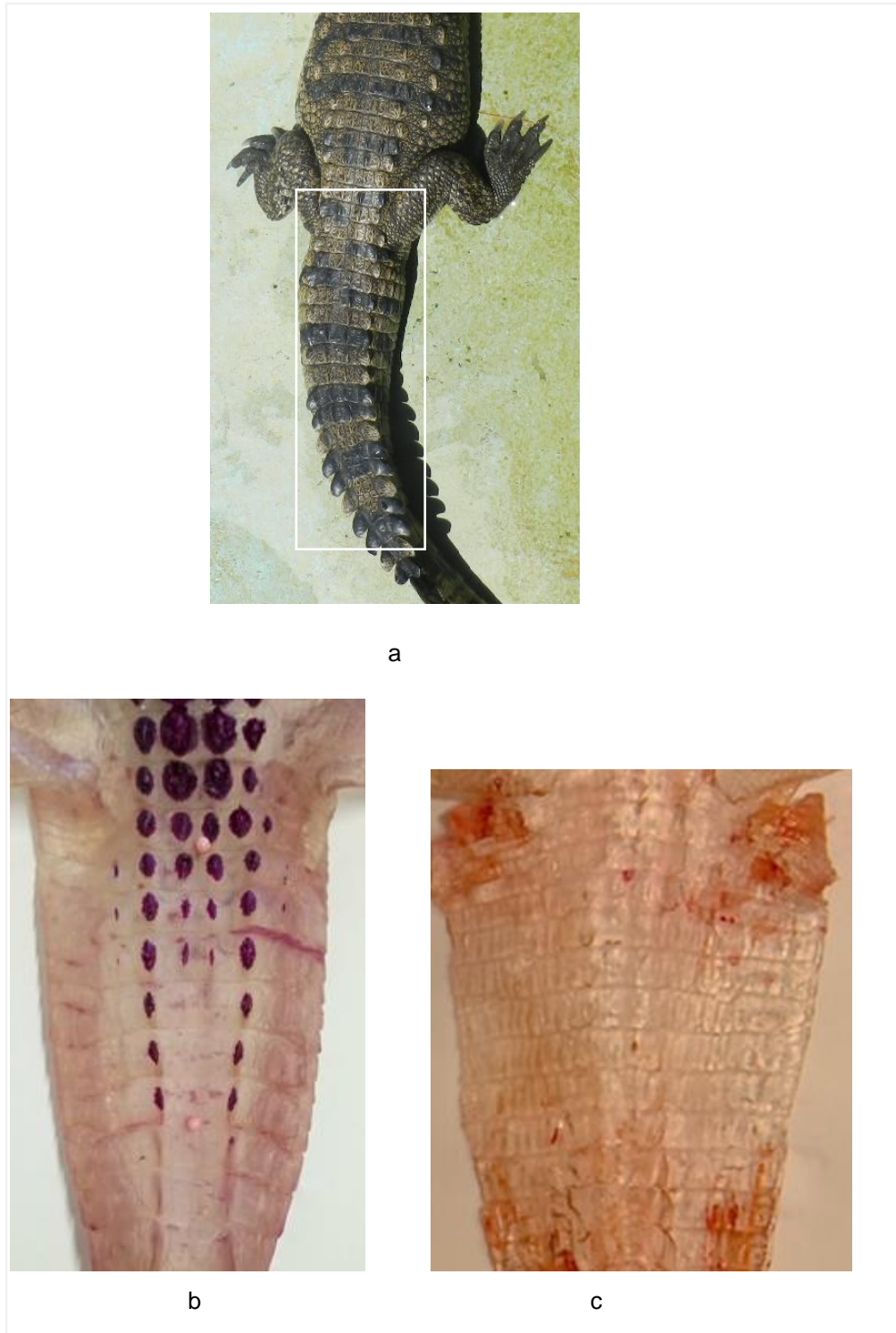
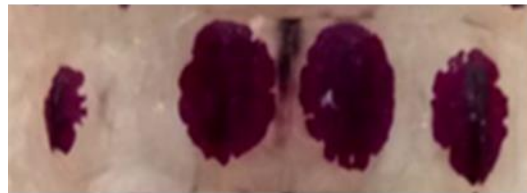


Fig. 12 Osteodermos caudales de un a) adulto, b) juvenil y c) cría de *Crocodylus moreletii*.

En la siguiente figura (Fig. 13) se pueden apreciar los osteodermos dorsales de una cría y tres juveniles de diferente talla. Los escudetes de las crías no se observan teñidos, mientras que en las placas de los juveniles se aprecia un incremento gradual en el tamaño de la tinción, a medida que la talla aumenta, debido al proceso de calcificación.



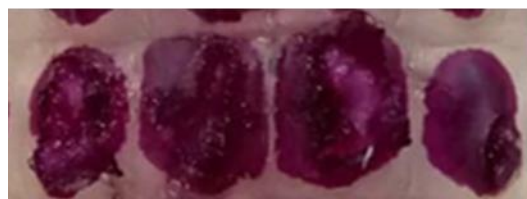
Cría (30 cm)



Juvenil (52 cm)



Juvenil (64 cm)



Juvenil (81 cm)

Fig. 13 Incremento de la osificación en los osteodermos dorsales de *Crocodylus moreletii* en cría y juveniles de diferente talla.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El proceso de diafanización en las pieles de *Crocodylus moreletii* se realizó en seis semanas, resultando pieles diáfanas con tinción en las estructuras óseas, esto es, en cráneo y en los osteodermos dorsales. Se ha reportado que la corrosión de la barrera superficial provocada por el KOH puede durar aproximadamente dos semanas, dependiendo de la cantidad de epidermis que se aprecie en la solución (Rivera *et al.*, 2015). 5-9

Mediante la técnica de diafanización se pudo observar en los organismos una diferencia entre los estadios de cría y juvenil. Las crías no presentaron tinción en los osteodermos, mientras que los juveniles si (Fig. 9). El colorante utilizado en la técnica de diafanización es altamente afín a tejidos mineralizados (Sandoval *et al.*, 2016) por lo que se infiere que, en las crías la calcificación de los osteodermos no se ha realizado, sin embargo, se pueden observar las escamas donde se llevará a cabo el proceso.

A pesar de que las pieles de las crías no resultaron teñidas, de manera general, presentaron el mismo patrón de distribución de osteodermos que en los organismos juveniles y adultos.

El patrón de distribución de la región post occipital y cervical concuerda con lo reportado por la SEMARNAP en el 2000, mencionando que en la zona cervical se encuentran seis osteodermos de manera agrupada o en "tándem". Méndez (2001) comentó que el exoesqueleto es como una coraza asociada a la piel, y que muchos de los osteodermos están asociados con cartílago, lo que los hace ver aquillados, tal como se puede ver en la figura 10.

En la región dorsal se identificaron en algunas pieles 15 y en otras 16 hileras transversales de osteodermos, y cuatro filas principales longitudinales (Fig. 11). Pérez-Higareda *et al.* (1991) indicó que el dorso de *Crocodylus moreletii* posee de 16 a 17 hileras transversales de osteodermos y de cuatro a seis hileras longitudinales, por lo tanto, concuerda con lo observado en el presente estudio. Álvarez del Toro (1974) señaló que los escudos dorsales son bastante planos, con excepción de las dos filas exteriores, que en algunos individuos llegan a presentar las crestas realzadas. Esto se pudo observar únicamente en los ejemplares juveniles.

El arreglo de las cuatro filas principales en el dorso se prolonga hasta la región caudal. Las filas internas presentan osteodermos planos, mientras que en las filas de los extremos se aprecian las placas quilladas. La mayoría de los osteodermos caudales

no presentan una base ósea, sino que están asociados a cartílago, a diferencia de la región cervical, lumbar, sacra y parte de los costados (Méndez, 2001), por lo que la tinción se presentó en los escudetes anteriores de la cola, y disminuyó al iniciar las crestas más pronunciadas (Fig. 12).

En cuanto al proceso de osificación, en la figura 13 se pueden observar los osteodermos dorsales de una cría y de los tres juveniles trabajados. En el caso de la cría, únicamente se pueden observar las escamas sin tinción y en los juveniles, se observa un incremento en la tinción conforme la talla aumenta.

La talla de la cría más grande fue de 30 cm, y la del juvenil más pequeño de 52 cm, lo que indica que el proceso de osificación de los osteodermos se lleva a cabo en la transición de cría (clase I) a juvenil (clase II). Con base en el incremento en el proceso osificación que se observó de cría a juvenil, se infiere que en la transición de juvenil a adulto también ocurra el proceso de manera ascendente.

Cabe mencionar que la talla de los organismos no depende directamente de su edad, puesto que hay casos en los que cocodrilos de una misma puesta llegan a alcanzar tallas muy variadas. En la visita a la granja El colibrí se pudieron observar ejemplares juveniles de 81 cm hasta 1.15 m con una edad de 2 años.

Un aspecto importante por considerar es que los ejemplares con los que se trabajó provenían de un estado en cautiverio, quedando nula la variable de depredación en un ambiente controlado, repercutiendo en una alteración en el tiempo en el que ocurre el proceso de osificación de los osteodermos, resultando crías en las que dicho proceso se viera más lento a diferencia de crías en estado silvestre que son propensas a ser capturadas por depredadores.

Lo que abriría paso a investigaciones posteriores en las que se comparare el proceso de osificación en concentración y tiempo, de cocodrilos en estado de cautiverio y vida silvestre.

## CONCLUSIONES

- Se observó que, en estadio de cría, *Crocodylus moreletii* no presenta los osteodermos osificados.
- Se identificó que el patrón de distribución de osteodermos entre los estadios y tallas de manera general es el mismo, comparado con organismos adultos.
- Se determinó mediante la técnica de diafanización, que el proceso de osificación de los osteodermos ocurre entre el estadio de cría a juvenil, con una talla de 30 a 52 cm respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez del Toro M. 1974. Los Crocodylia de México (Estudio comparativo). IMRNR. México, D.F. 70 pp.
- Álvarez del Toro M. y L. Sigler. 2001. Los Crocodylia de México. IMRNR-PROFEPA. México, D.F. 134 pp.
- Carroll, R. L. 1988. Vertebrate Paleontology and Evolution. W. H. Freeman and company.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2005. Website Species: *Crocodylus moreletii*, en <<http://www.gbif.net>> (consultado junio 2005).
- Guzmán A.M. 1973. Biología e importancia económica de los cocodrilos mexicano. De Pavía. México, D.F. 123 pp.
- Huchzermeyer, F.W. (2003). Crocodiles: biology, husbandry and diseases. Cambridge: CABI Publishing.
- Kardong, K.V. 1999. Vertebrados. Anatomía Comparada, Función, Evolución. Mc. Graw Hill Interamericana, Mexico. 732 pp.
- King F.W. & P. Brazaitis. 1971. Species Identification of commercial crocodilian skins. Zoologica 56(2):15-70. NY Zool. Soc. New York, U.S.A.
- Lauren T. English. 2017. Variation in crocodilian dorsal scutellation organization and geometry with a discussion of possible functional implications. In Journal of morphology Department of Geology, Jackson School of Geosciences, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, U.S.A.
- Lazcano B.M.A. 1982. Status and ecology of *Crocodylus moreletii* in central Veracruz, Mexico. In: Proceedings of the 6th Working Meeting of the CSG of the SSC of the IUCN.
- Méndez H.A. 2000. Descripción de la osteología de *Crocodylus moreletii*, en el CICEA, Tabasco, México. pp: 81-82. En: memorias de la 2ª Reunión COMACROM, SEMARNAP. México, D.F.
- Méndez H.A. 2001. Estudio descriptivo de la osteología de los Crocodylia mexicanos: *C. moreletii*, *C. acutus* y *Caiman crocodilus fuscus*. Tesis de Licenciatura en Biología. UJAT. Tabasco, México. 127 pp.
- Pérez-Higareda G. 1991. Identificación de las especies mexicanas de cocodrilo. 37 pp. En: 1er Curso Taller sobre Biología, Manejo y Cultivo de cocodrilos en México. UNAM y SMHN. Veracruz, México.

- Platt S.G., Rainwater T.R., Thorbjarnarson J.B. and S.T. McMurry. 2008. Reproductive dynamics of a tropical freshwater crocodilian: Morelet's crocodile in northern Belize. *J. of Zoology* 275: 177-189.
- Platt, S. G. y Thorbjarnarson, J. B. (2000). "Population status and conservation of Morelet's crocodile *Crocodylus moreletii*, in northern Belize", en *Biological Conservation*. 96: 21-29.
- Rivera C. G. A., García A., Moreno G. F. A. 2015. Técnica de diafanización con alizarina para el estudio del desarrollo óseo. *Revista Colombiana Salud Libre*.; 10 (2): 109-115
- Ross C.A. 1987. *Crocodylus moreletii*. Duméril and Bribon Morelet's crocodile. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles* 407.1- 407.3 USA.
- Ross C.A. and D.F. Ross. 1974. Caudal escalation of Central American *Crocodylus*. *Proceedings of the Biology Society of Washington* 87(21): 231-234 Washington, USA.
- Sandoval D, Téllez J, García A, Rivera G, Moreno S, Moreno F. 2016. Técnica de diafanización para describir el desarrollo embrionario del sistema óseo: revisión de la literatura. *Univ Med*. 57(4):488-501.
- SEMARNAP. 1999. Propuesta para transferir las poblaciones de *Crocodylus moreletii* de México con énfasis en la de Sian Ka'an, Quintana Roo, al apéndice II por rancheo, de conformidad con las medidas cautelares especificadas en el anexo 4 de la resolución COP. 9-24.
- SEMARNAP. 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los *Crocodylia* en México, COMACROM. DGVS. SEMARNAP. 107 pp.
- Semarnat. (2010b). Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la federación, 30 de noviembre de 2010.
- Sigler L. 1997b. Escutelación de *Crocodylus acutus* y *C. moreletii* en México. pp: 193. En: 214 Memorias de la 4ª Reunión regional del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de la UICN. CRIA, SECOCOM, UJAT. Tabasco, México.



### Anexo 1 Medidas morfométricas

E= Extremidad  
A= Anterior  
P= Posterior  
D= Derecha  
I= Izquierda

MEDIDAS MORFOMÉTRICAS	ORGANISMO 1	ORGANISMO 2	ORGANISMO 3	ORGANISMO 4	ORGANISMO 5	ORGANISMO 6	ORGANISMO 7	ORGANISMO 8
LONGITUD TOTAL	27,2	28,4	29	29,3	30	52	63,5	81
LONGITUD PATROL	13,3	13	14,1	14,5	14,4	24,5	13	39
LONGITUD CRANEAL	4,9	4,89	5,1	5	5,3	9,5	4,6	15
ANCHO CRANEAL	2,1	2	2,2	2,1	2,2	4	4,6	5,65
DIÁMETRO OJO IZQUIERDO	1	1	1	1,15	1,1	1,15	1,2	2
DIÁMETRO OJO DERECHO	1,15	1	1	1	1,1	1,15	1,2	2
ANCHO DEL TORAX	2,2	2,2	1,8	2	2,35	3,6	5,6	5,85
ANCHO DE CADERA	2,2	2,3	2,1	1,95	2,25	3,5	4,3	4,7
LARGO DE CINTURA ESCAPULAR	2,2	2	2	2,2	1,75	3,6	5,2	7
ANCHO DE CINTURA ESCAPULAR	1,85	2	1,8	1,9	2,2	4,1	5	5,8
LARGO DE EAD	3,95	4,4	5,4	4,4	3,7	7,8	9,5	13
ANCHO DE EAD	0,6	0,5	0,95	0,55	1,11	0,8	1	1,4
LARGO DE EAI	4,5	3,5	4,1	4,9	4,2	6,5	9	13
ANCHO DE EAI	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	0,8	1,2	1,4
LARGO DE EPD	4,35	4,9	5,2	4,3	5,3	8,6	9,9	13
ANCHO DE EPD	1	1,15	0,95	0,8	1,1	1,6	1,95	2,4

LARGO DE EPI	3,75	4,8	4,9	4,95	4,9	8,4	9,3	12
ANCHO DE EPI	1	0,95	0,6	0,9	1,1	1,4	1,8	2,4
LARGO DEDO 1 EAD	0,6	0,45	0,6	0,55	0,6		0,7	1
LARGO DEDO 2 EAD	0,7	0,7	0,8	0,65	0,7		1,2	1,9
LARGO DEDO 3 EAD	0,79	0,7	0,8	0,75	0,8		1,4	2,1
LARGO DEDO 4 EAD	0,5	0,65	0,71	0,7	0,65		1,3	1,7
LARGO DEDO 5 EAD	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5		1,1	1,3
LARGO DEDO 1 EAI	0,65	0,6	0,65	0,55	0,7	1	1	1
LARGO DEDO 2 EAI	0,7	0,65	0,79	0,7	0,7	1,3	1,3	1,7
LARGO DEDO 3 EAI	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	1,4	1,4	1,9
LARGO DEDO 4 EAI	0,65	0,65	0,8	0,65	0,7	0,9	1,4	1,8
LARGO DEDO 5 EAI	0,35	0,3	0,45	0,4	0,65	0,7	1,3	1,2
LARGO DEDO 1 EPD	1,2	1,2	1,41	1,1	1,2	1,4	1,45	1,7
LARGO DEDO 2 EPD	1,3	1,3	1,4	1,2	1,2	1,7	2,1	2,2
LARGO DEDO 3 EPD	1	1	1,05	1	1	1,4	2,35	2,6
LARGO DEDO 4 EPD	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,7	2,3	2,5
LARGO DEDO 1 EPI	1	1,2	1,35	1,1	1,3	1,1	1	1,4
LARGO DEDO 2 EPI	1,2	1,3	1,5	1,2	1,4	2	1,6	1,15
LARGO DEDO 3 EPI	1	1,1	1,3	0,9	1,15	1,4	2,1	2,4
LARGO DEDO 4 EPI	0,5	0,5	1,1	0,4	0,6	0,9	2	1,8

## Anexo 2

### Fotografías tomadas en la granja de cocodrilos “El Colibrí”, La Antigua Veracruz.



Crías de *Crocodylus moreletii* en pileta al aire libre.



Juveniles de *Crocodylus moreletii* en pileta techada.



Pileta de juveniles de *Crocodylus moreletii* de 1.15 m.



Adulto de *Crocodylus moreletii* asoleándose.

Descripción y comparación anatómica de los osteodermos del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en distintos estadios mediante la técnica de diafanización.



*Crocodylus moreletii* sumergido en la laguna de la granja “El Colibri”.



Osteodermos post occipitales, cervicales y dorsales de *Crocodylus moreletii*.



Laguna de la granja "El Colibrí" con aproximadamente 300 cocodrilos adultos.