

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MUTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



TRABAJO DE GRADO

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE *Crocodylus acutus* EN SITIO RAMSAR BARRA DE
SANTIAGO, AHUACHAPÁN, EL SALVADOR

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**PRESENTADO POR
GUSTAVO ALEJANDRO GÁLVEZ BONILLA**

**DOCENTE ASESOR
MAESTRO JOSÉ SANTOS ORTEZ SEGOVIA
LICENCIADO JORDI HUMBERTO SEGURA YANES**

JULIO, 2025
SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES



ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA
RECTOR

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN MATA
VICERRECTORA ACADÉMICA

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

LICDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL

LCDA. ANA RUTH AVELAR VALLADARES
DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. CARLOS AMÍLCAR SERRANO RIVERA
FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS
DECANO

DR. JOSÉ GUILLERMO GARCÍA ACOSTA
VICEDECANO

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA
SECRETARIO

LICDO. CARLOS MAURICIO LINARES HERNÁNDEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Dedicatoria

A Dios y a mis padres, Elena Verónica Bonilla y Carlos Humberto Gálvez Godínez, quienes desde el inicio del proceso de inscripción apoyaron a ciegas mi decisión de formarme en esta carrera; han confiado plenamente en cada una de las decisiones que he tomado respecto a mi educación, brindándome la libertad necesaria para crecer y desarrollarme como persona. Gracias por su infinita paciencia a lo largo de este camino, especialmente en los momentos difíciles. Tengo presente cada uno de los sacrificios que han realizado para garantizar mi formación académica, y estaré eternamente agradecido con ustedes.

A mis hermanos; Carlos Gálvez, Luz Bonilla, Ingrid Bonilla y otros miembros de mi familia que siempre han estado ahí para brindarme su compañía y sobre todo su cariño haciendo que este proceso sea más sencillo.

Agradecimientos

A Dios y a mis padres, Elena Verónica Bonilla y Carlos Humberto Gálvez Godínez, quienes desde el inicio del proceso de inscripción apoyaron a ciegas mi decisión de formarme en esta carrera; han confiado plenamente en cada una de las decisiones que he tomado respecto a mi educación, brindándome la libertad necesaria para crecer y desarrollarme como persona. Gracias por su infinita paciencia a lo largo de este camino, especialmente en los momentos difíciles. Tengo presente cada uno de los sacrificios que han realizado para garantizar mi formación académica, y estaré eternamente agradecido con ustedes.

A mis hermanos; Carlos Gálvez, Luz Bonilla, Ingrid Bonilla y otros miembros de mi familia que siempre han estado ahí para brindarme su compañía y sobre todo su cariño haciendo que este proceso sea más sencillo.

A los docentes del departamento de Biología que durante cinco años estuvieron compartiendo su conocimiento y preparándome para ser un profesional competente, especialmente a MSc. José Santos Ortez Segovia, docente que también ha tenido la generosidad de guiarme como asesor de tesis.

Al equipo de Guarda recursos de Barra Santiago, especialmente a Juan Pérez, Eduardo Orellana, Juan Alberto Henríquez, Alcides González, María Santos y Valentín Castillo, quienes me brindaron todo su conocimiento para realizar esta investigación de forma desinteresada y recibéndome con mucho cariño.

Al Programa Nacional de Conservación de Caimán y Cocodrilo (PNCCC) y su coordinador Jordi Segura, quien además de fungir como asesor externo siempre estuvo a disposición para brindarme herramientas y apoyo para la realización de esta investigación.

A mis compañeros de universidad, con quienes compartí durante cinco años aulas, prácticas, viajes de campo y muchas experiencias más.

Y aunque el reconocimiento es individual, agradecer a todas aquellas personas que de alguna forma me acompañaron y apoyaron durante este periodo de formación, este logro también es de ustedes.

Índice

Resumen.	x
Introducción.	xi
CAPITULO I: REVISION LITERARIA.	14
1.1 Estado de conservación de <i>Crocodylus acutus</i> a nivel nacional e internacional.	14
1.2 Estudios previos realizados en el país.	15
1.3 Zonas de ocurrencia de <i>Crocodylus acutus</i> en el país.	16
1.4 Descripción de <i>Crocodylus acutus</i>	17
1.4.1 Taxonomía.	17
1.4.2 Morfología.	17
1.4.3 Hábitat.	18
1.4.4 Dieta.	19
1.4.5 Sistema reproductor.	19
1.4.6 Valor ecológico.	20
1.5 Antecedentes de la influencia de la fase lunar en la conducta de cocodrilos.	21
1.6 Estimación de longitud total de hembra a través de sus huellas posteriores.	22
1.7 Longitud y peso de neonatos.	23
1.8 Conflicto Cocodrilo-Humano y sus consecuencias.	24
CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.	26
2.1 Método, Tipo y diseño de la investigación.	26
2.2 Descripción del área de estudio.	26
2.3 Universo, población y muestra.	27
2.4 Instrumentos y técnicas de investigación.	27
2.5 Fase de recolección de datos.....	28
2.6 Procesamiento y Análisis de datos.	29
CAPITULO III: RESULTADOS.	30
3.1 Calendario lunar.....	30
3.2 Encuesta.....	31
3.2.1 Preguntas cerradas.....	31
3.2.2 Preguntas abiertas.	32
3.3 Estimación de la longitud de las hembras mediante la huella.	32

3.4 Nidos perdidos por consecuencias humanas.....	33
3.5 Medidas biométricas (longitud y peso) de neonatos del vivero.	34
CAPITULO IV: DISCUSION.....	37
4.1 Calendario lunar.....	37
4.2 Estimación de la longitud de las hembras mediante huella.	38
4.3 Nidos perdidos por consecuencias humanas.....	39
4.4 Medidas biométricas (longitud y peso) de neonatos del vivero.	41
CONCLUSIONES.....	43
RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS.....	47
ANEXOS	52
Anexo 1: Calendario lunar diseñado por Juan Pérez.	53
Anexo 2: Fotos de huellas en sitios de anidación.	54
Anexo 3: Ubicación de nidos saqueados por lugareños.	54
Anexo 4: Toma de variables biométricas de neonatos.	56
Anexo 5: Datos de marcaje de neonatos de 9 nidos incubados en el vivero.	57
Anexo 6: Formato de hojas de muestreo.	61

Índice de figuras, tablas y gráficos.

Figura 1: Sitio Ramsar Barra de Santiago. Fuente: Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos.....	26
Tabla 1: Representación de las fechas reales en que se encontraron los nidos, marcado de color amarillo los aciertos del calendario lunar y marcado de rojo los desaciertos	30
Tabla 2: Registro de las huellas encontradas aplicándole la fórmula de estimación de longitud total	33
Tabla 3: Registro de medidas morfométricas de nidos afectados por humanos	34
Tabla 4: Comparación de pérdidas en 3 temporadas de anidación	34
Gráfico 1: Promedios de longitud obtenidos para cada nido incubado en el viveros	35
Gráfico 2: Promedios de peso obtenidos para cada nido incubado en el vivero	36
Tabla 5: Valores máximos y mínimos con su respectivo promedio de los nidos incubados en vivero.....	36
Gráfico 3: Porcentaje de eclosión para 9 nidos incubados en vivero de canal “El Zapatero”	37

Resumen

Esta investigación analiza la biología reproductiva de *Crocodylus acutus* en el Sitio Ramsar Barra de Santiago, Ahuachapán, El Salvador, con el objetivo de generar información clave para su conservación. Se empleó un enfoque descriptivo mixto basado en observaciones de campo, mediciones biométricas y análisis estadísticos.

Uno de los principales hallazgos fue la validación del "calendario lunar" como herramienta para estimar las fechas de desove de las hembras. Se confirmó que las fases lunares influyen en las conductas de anidación, logrando una efectividad del 91.67%. Este método optimiza la planificación de recorridos y facilita al equipo de Guarda recursos la protección de nidos en áreas que son vulnerables. Además, se estimó la longitud total de las hembras mediante la medición de huellas, obteniendo un promedio de 158.5 cm. Estos datos se complementaron con mediciones biométricas de neonatos incubados en el vivero del canal "El Zapatero", evidenciando tasas de eclosión similares a estudios previos.

Se identificó el impacto de actividades humanas en la alteración de nidos, documentándose casos de hurto y destrucción. La recopilación de datos en tres temporadas permitió evidenciar una tendencia preocupante en la pérdida de nidos debido a la expansión agrícola, el crecimiento urbano y desinformación sobre la importancia de la especie.

Los resultados demuestran la utilidad del calendario lunar y las técnicas de estimación biométrica para mejorar el monitoreo y conservación de la especie. Este estudio contribuye al conocimiento científico y establece bases para estrategias futuras de manejo y protección de *Crocodylus acutus* en ecosistemas amenazados.

Introducción

La conservación de especies amenazadas y la comprensión de sus dinámicas reproductivas son pilares fundamentales en la biología de la conservación, especialmente en ecosistemas críticos como humedales y manglares. En este marco, la presente investigación se centra en el estudio de la biología reproductiva de *Crocodylus acutus* en el Sitio Ramsar Barra de Santiago, ubicado en Ahuachapán, El Salvador. La elección de esta especie responde a su importancia ecológica y a su estado de vulnerabilidad, reconocido tanto a nivel internacional como nacional, frente a amenazas como la caza furtiva, la fragmentación del hábitat y otras intervenciones antropogénicas que han afectado considerablemente su conservación. El área de estudio comprende un extenso ecosistema compuesto por manglares, bosques inundados y zonas costeras, constituyendo un hábitat ideal para diversas especies acuáticas, incluyendo cocodrilos. Este sitio no solo cumple con criterios de protección ambiental, sino que además representa un punto estratégico para la investigación y manejo de especies amenazadas. En este sentido, se reconoce la importancia de identificar los patrones reproductivos y establecer estrategias de manejo que contribuyan a la conservación de la especie. Por ello, esta tesis tiene como objetivo general describir los principales aspectos reproductivos de *Crocodylus acutus* en relación al periodo de reproducción.

Uno de los ejes metodológicos de esta investigación es la implementación de un calendario basado en las fases lunares, cuya hipótesis plantea que estas fases influyen directamente en el comportamiento reproductivo de las hembras, generando variaciones en las fechas de desove. Esta herramienta permite optimizar los recorridos en busca de nidos y proporciona un índice de efectividad que, según resultados preliminares, supera el 90%. En función de ello, se plantea como objetivo específico determinar el porcentaje de éxito del calendario lunar utilizado para estimar posibles fechas de desove, lo cual resulta clave para fortalecer las acciones de conservación, sobre

todo en contextos donde la actividad humana ha provocado el hurto y destrucción de nidos. Adicionalmente, se recurre a técnicas no invasivas para estimar el tamaño de las hembras mediante la medición de la huella implantada en el sustrato cuando visitan el nido, lo que contribuye a la comprensión del tamaño reproductivo y la madurez sexual de los individuos. Asimismo, se considera fundamental establecer el número de nidos perdidos por el impacto humano en la temporada de incubación de este año y compararlo con años anteriores, abordando así una de las problemáticas más graves para la especie: la interferencia antrópica en sitios de anidación.

El estudio también incluye el seguimiento de neonatos incubados en viveros, a quienes se les registran las medidas morfológicas (longitud y peso) posterior a su eclosión, durante el proceso de marcaje mediante corte de escamas caudales simples y dobles, lo que permite evaluar la eficiencia del proceso reproductivo en condiciones controladas y generar información útil para planes de manejo. La interacción entre factores naturales y actividades humanas configura el contexto en el que se desarrolla esta investigación. Por un lado, condiciones ambientales como la hidrografía, salinidad y estructura del manglar influyen en la distribución y comportamiento de la especie; asimismo, amenazas como la expansión agrícola, la urbanización y las prácticas ilegales han generado conflictos entre cocodrilos y seres humanos. Estos conflictos son analizados a través de la comparación de temporadas, para dimensionar el impacto y justificar la necesidad de implementar estrategias de mitigación y educación ambiental en las comunidades locales.

En síntesis, esta tesis se basa en un enfoque mixto, que combina métodos cualitativos y cuantitativos para describir en detalle la biología reproductiva de *Crocodylus acutus*. La investigación representa una contribución significativa al conocimiento científico de la especie y al fortalecimiento de las prácticas de manejo y conservación en el Sitio Ramsar Barra de Santiago. La integración de metodologías innovadoras, como el uso del calendario lunar y la estimación

biométrica a partir de huellas, refleja el compromiso con la generación de información útil y aplicable para la preservación de la biodiversidad en escenarios de alta vulnerabilidad ambiental.

CAPITULO I: REVISIÓN LITERARIA

1.1 Estado de conservación de *Crocodylus acutus* a nivel nacional e internacional.

A nivel mundial encontramos diversas especies de cocodrilianos distribuidos en 4 de los 5 continentes, exceptuando la antartida. Según el CSG¹ actualmente existen 26 especies de cocodrilos divididos en 3 grandes familias (Alligatoridae, Crocodylidae y Gavialidae) y hay dos especies pendientes de ser descritas (Crocodile Specialist Group, 2025).

Según la Lista Roja de la UICN², el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) pasó de estar catalogado como "En peligro de extinción" en 1990 a la categoría de "Vulnerable" en 1996, manteniéndose en esta última clasificación en la evaluación de 2012, aunque con una tendencia al incremento de su población a pesar de amenazas como la caza ilegal y la fragmentación del hábitat (Ponce-Campos et al., 2012, como se citó en UICN, 2018).

Según el último documento oficial presentado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través del diario oficial en el año 2023, al Cocodrilo americano se le atribuye una categoría de "En peligro" en relación con las poblaciones que se encuentran distribuidas en la totalidad del territorio (Diario Oficial de El Salvador, 2023). Tomar en cuenta que según la plataforma virtual de UICN Red List (2022), afirma que hay evidencia de que las poblaciones de esta especie están incrementando, aunque no especifica en que países se presenta el aumento de poblaciones silvestres.

Tomando en cuenta la importancia que tienen estas especies para los ecosistemas es así como surgió la idea de adoptar y formar parte del convenio CITES y así obtener la protección de

¹ CSG: Crocodile Specialist Group.

² UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

estas especies a nivel internacional. Según CITES³ (2024) que toma vigencia desde el 25 de mayo de 2024, *Crocodylus acutus* forma parte en su mayoría del apéndice I, a excepción de tres países (Mexico, Cuba y Colombia) que están incluidos en el apéndice II con sus respectivas regulaciones.

1.2 Estudios previos realizados en el país.

Durante las últimas décadas ha habido algunos investigadores internacionales tanto como locales que se han dado a la tarea de realizar investigación con esta especie en el país, realizando principalmente evaluaciones del estado de las poblaciones de estos reptiles, debido a que se desconocen en su mayoría el tamaño de estas.

Algunos de los esfuerzos más destacados que se han realizado en la región centroamericana, por investigadores relevantes en el trabajo con cocodrilianos fue hecho específicamente en Belice, evaluando algunas poblaciones encontradas en la zona costera abarcando los cayos, atolones marinos y humedales en los que se identificaron conductas de apareamiento, zonas de anidación, características de los nidos y porcentajes de eclosiones (Platt & Thorbjarnarson, 2000). En 2002 se realizó un censo con diversos monitoreos nocturnos en el país en diferentes sitios identificados en la zona costera para determinar la densidad de las poblaciones de Cocodrilianos, resultando en escasos avistamientos, por lo cual los resultados se tomaron como los mínimos para las poblaciones que se observaron (Escobedo-Galvan, Dueñas & Martinez, 2004)

Los siguientes esfuerzos por evaluar las poblaciones de Cocodrilianos se realizaron en la zona oriental, donde se ejecutó un estudio de abundancia, distribución y composición por tallas en el sitio Ramsar Laguna El Jocotal, obteniendo los primeros resultados de avistamiento de

³ CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Crocodylus acutus y *Caiman crocodylus* de forma simpátrica, aunque con una diferencia muy marcada en la cantidad de individuos identificados entre muchos otros datos nuevos y relevantes para este ecosistema (Martínez, 2005). UICN (2018), realizó una evaluación rápida de las especies de Cocodrilo y Caimán en la bahía de la Unión, además de capacitar al equipo de Guarda recursos asignados a esa área y identificar actores claves para el manejo de estas especies (p.3). También se realizaron estudios para determinar la distribución potencial del Cocodrilos en algunos sectores del territorio nacional (Henríquez, Aranda-Coello & Herrera, 2022). Si bien existen investigaciones sobre esta especie en el país, el alcance de estos estudios es limitado en comparación con otras naciones que han abordado múltiples aspectos de la biología de los Cocodrilos.

1.3 Zonas de ocurrencia de *Crocodylus acutus* en el país.

Thorbjarnarson (1989, como se citó en Charruau, 2010) El Cocodrilo americano es una de las tres especies de *Crocodylus* presentes en América (p.8). Kholer et al. (2006, como se citó en UICN, 2018) En las zonas costeras de El Salvador se encuentran presentes dos especies del orden Crocodylia: el Cocodrilo americano *Crocodylus acutus* y el Caimán de anteojos *Caiman crocodilus*.

Sin embargo, aunque se piense que este reptil puede no tener una distribución amplia en el país, se han registrado avistamientos en vida libre en varios departamentos (Ahuachapán, Cuscatlán, La Libertad, La Paz, La Unión, San Miguel, San Vicente, Sonsonate y Usulután) incluso en aquellos que no tienen grandes cuerpos de agua, pero si ríos que conectan a diversos ecosistemas acuáticos (Henríquez, Aranda-Coello, & Herrera, 2022).

1.4 Descripción de *Crocodylus acutus*.

1.4.1 Taxonomía.

El cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) fue descrito por primera vez por Cuvier (1807) pero otras descripciones de la especie se realizaron en el transcurso de la historia, la última siendo la de Müller y Hellmich (1940) (Charruau, 2010). Respecto a su taxonomía es la siguiente;

Reino-Animalia

Filo-Chordata

Clase-Reptilia

Orden-Crocodylia

Familia-Crocodylidae

Género-*Crocodylus*

Especie-*Crocodylus acutus*

1.4.2 Morfología.

Los Cocodrilos tienen la cabeza ancha y aplanada de forma triangular provista de fuertes mandíbulas y tiene un hocico relativamente largo y estrecho, siendo visible el cuarto diente de la mandíbula aún cuando esta se mantiene cerrada. Thorbjarnarson (1989) señala una característica del cocodrilo americano es la presencia de una elevación preorbital muy pronunciada sobre el hocico de los adultos y sub-adultos diferenciándolo de las otras especies (pp. 8-9). Los dientes son de tipo tecodontos, es decir que están implantados en los huecos de las mandíbulas; tienen la particularidad de que pueden ser reemplazados varias veces, son huecos y carecen de raíz. Tienen una lengua que está unida al piso de la boca con muy poca movilidad (Martínez, 2001; Bonilla, 2002).

Los orificios nasales, situados en la parte superior del hocico, quedan herméticamente cerrado gracias a una válvula de piel. Los oídos son dos aberturas que pueden cerrarse a voluntad,

que se encuentran localizados en la parte lateral de la región temporal. Los ojos se caracterizan por tener un párpado superior y otro inferior, la pupila es vertical durante el día y durante la noche es grande y redonda. Al momento de la inmersión, que puede durar varios minutos (hasta una hora aproximadamente), el cocodrilo cierra las válvulas de los orificios nasales, tapona los tímpanos con el pliegue dérmico y los ojos son protegidos por sus párpados transparentes (Martínez, 2001; Bonilla, 2002).

Su cuerpo macizo, aplanado, ancho, recubierto de grandes placas córneas (escamas) reforzadas por huesos a todo lo largo de la espina dorsal y de la cola. Thorbjarnarson (1989) sugiere que de todos los cocodrilianos, *Crocodylus acutus* tiene el arreglo de los osteodermos dorsales más reducido e irregular. Seijas (2002), cita que el patrón de escamas cervicales parece también ser muy variable (p.8) La cola es comprimida y las patas más bien cortas. Tienen una piel bastante gruesa y recubierta por escudetes córneos que en la región dorsal se osifican y presentan crestas muy marcadas que forman hileras algo irregulares. La coloración de la piel en el vientre es blanca, en el dorso y cuerpo es grisácea en los adultos y gris con tonos verdes en los juveniles, generalmente aparecen manchas negras en el tronco y la cola (Martínez, 2001; Bonilla, 2002).

1.4.3 Hábitat.

Se menciona que el grupo de los Cocodrilianos necesita principalmente de tres factores para su desarrollo en un área; disponibilidad de alimento, presencia de espacios para anidación y baja exposición al oleaje (Thorbjarnarson, 1989).

Orozco (2015, como se cito en Sandoval, 2017) La distribución de *Crocodylus acutus* está limitada por factores abióticos tales como la altitud, la hidrografía, manglares, áreas de inundación y por factores bióticos, principalmente por la disponibilidad de alimento. Thorbjarnarson (1989, como se citó en Charruau, 2010) El cocodrilo americano se encuentra en aguas dulces, salobres,

saladas, en ríos, lagos, esteros, lagunas costeras, y puede soportar altos valores de salinidad (p.9). Avilés (2023) menciona que *Caiman crocodylus* en el sector bajo de Zanjón El Chino-Santa Rita se encuentra de forma simpátrica con *Crocodylus acutus* lo cual demuestra que esta especie puede ser encontrada en hábitats de agua salobre o dulce.

1.4.4 Dieta.

Los neonatos de cocodrilos silvestres comen insectos acuáticos, camarones, pequeños peces y crustáceos. A medida que crecen y se vuelven juveniles se alimentan de invertebrados acuáticos (caracoles, pequeños vertebrados, insectos, etc.). En etapa adulta su dieta sigue siendo similar, se alimentan de peces en mayor proporción, aunque también cazan aves y mamíferos grandes, cangrejos y otros reptiles (Álvarez del Toro y Sigler, 2001). Se han reportado casos donde Cocodrilos adultos se alimentan de otros más pequeños, por falta de alimento o invasión al territorio de otro macho de mayor tamaño.

1.4.5 Sistema reproductor.

La cloaca se ha definido como una cámara común para recibir los productos procedentes de los riñones, del intestino y a menudo también de las gónadas (Kardong, 1999; Bonilla, 2002). El sistema femenino consta de un par de ovarios y unos oviductos. Las paredes glandulares de los oviductos segregan albúmina (fuente de aminoácidos, minerales y agua para el embrión) y la cáscara para los grandes huevos. El órgano opulador permite la copulación interna, que es un requisito para un huevo con cáscara, ya que el esperma debe alcanzar el huevo antes que sea protegido. En el macho el pene es simple, pero bifurcado en su punta. Cuando no está en uso, generalmente el pene está flácido y puede estar retraído en interior de la cámara cloacal. Empieza a aumentar de tamaño cuando se va cargando de sangre o linfa, que va llenando los compartimientos especiales que hay en él y se pone erecto. Cuando el pene está en erección puede

introducirse en la hembra produciéndose la eyaculación en el interior de esta (Hickman, 1998; Kardong, 1999; Bonilla, 2002) (p.7).

Bonilla (2002) afirma que el ciclo reproductivo es anual, es decir se aparean solo una vez al año. Y este proceso de reproducción está determinado por 5 grandes etapas, las cuales son; cortejo, apareamiento, anidación, incubación y eclosión.

1.4.6 Valor ecológico.

De momento en el país se está generando un mayor interés por esta especie y como resultado una mayor investigación que beneficia para el manejo y conservación de la especie. En los manglares los cocodrilos son los arquitectos de los canales que recorren el manglar, ya que a través de su transitar mantienen un flujo constante de agua que facilita el desarrollo del hidroperíodo. Además, los cocodrilos participan activamente en la incorporación de nutrientes al flujo del agua a través de sus heces. A nivel de ecosistema estos forman el tope de la cadena trófica de donde habitan, se encargan de controlar en todas sus etapas de crecimiento (adulto, subadulto, juvenil y neonato) diferentes especies de animales, plagas nocivas para los seres humanos, como por ejemplo los caracoles del género *Pomacea* que son vectores de *Fasciola hepática* (UICN, 2018).

Nifong y Silliman; Alonso-Tabet et al. (2013; 2014 como se citó en UICN, 2018) investigaciones recientes han demostrado que los Crocodylia pueden moldear no solo la dinámica de los cuerpos de agua, sino también las redes tróficas, produciendo así cambios significativos en los ecosistemas acuáticos. Las poblaciones de cocodrilos ocupan nichos ecológicos importantes en los ecosistemas que habitan; a nivel de hábitat, contribuyen a mantener un equilibrio energético y saludable, lo que genera la preservación del mismo ecosistema.

1.5 Antecedentes de la influencia de la fase lunar en la conducta de cocodrilos.

Juan Pérez Guarda recurso designado para Barra de Santiago siempre ha sido alguien que se ha interesado mucho por la conservación de esta especie, ese deseo y la curiosidad lo impulsaron a conocer más sobre la época de reproducción de Cocodrilo. Tomando en cuenta una de las medidas que se utilizan en el área para la conservación, la reproducción artificial de huevos en vivero, lo llevo a indagar en aquellos aspectos desconocidos sobre las hembras que salían a desovar, para así poder retirar a tiempo los nidos que necesiten ser reubicados y que el proceso de transporte al vivero se pueda realizar lo más pronto posible. Buscando soluciones para conocer las fechas de desove diseño de forma empírica un “calendario lunar”, el cual establece que dos días antes, dos días después y durante la fase lunar son las posibles fechas de desove de las hembras de cocodrilo (Pérez, 2024 Com pers)⁴. El calendario se ha utilizado desde el año 2021 y debido a los buenos resultados que ha presentado se ha seguido utilizando, para el año 2024 se ha planteado ponerlo a prueba y estimar su porcentaje de efectividad.

La literatura nos indica en diferentes fuentes bibliográficas que las fases lunares si pueden tener influencia en el comportamiento de los Cocodrilos, Padilla (2020) menciona que la luna en sus diferentes fases puede generar efectos secundarios en la conducta de los seres vivos y que esto puede deberse a diversas razones.

Hasta la fecha aún no se ha descrito la relación directa que existe entre este fenómeno y la conducta reproductiva de los cocodrilos. Se han presentado algunas observaciones en relación a las fases lunares mientras se realizan monitoreos. (Martínez, 2005 cit, por Castañeda, 2002 Com pers) expresa que el periodo lunar ejerce un efecto significativo en la cantidad de Cocodrilianos observados, siendo estos menos activos y más sensibles a la presencia humana en las noches con

⁴ Juan Pérez, Guarda recurso, Sitio Ramsar Barra de Santiago.

luna llena, lo que dificulta su observación. Sin embargo, la menor cantidad de individuos detectados corresponde a la fase luna nueva, mientras que durante la luna llena se registra la segunda menor cantidad de Cocodrilianos.

También se han documentado algunas ideas relacionadas a que la fase lunar puede tener influencia en los inicios del desove. Casas-Andreu, (2003) agrega que otro factor que parece mostrar cierta relación con el período de anidación es el de las fases lunares y particularmente la fase de luna nueva parece coincidir con la excavación de los primeros nidos en el mes de abril, dato que coincidió durante las cuatro temporadas estudiadas.

1.6 Estimación de longitud total de hembra a través de sus huellas posteriores.

Se han realizado ya varios estudios utilizando la huella de los Cocodrilos para poder estimar su longitud total. Esta fórmula se utilizó para realizar una estimación de la longitud total de 48 hembras de cocodrilo mediante la huella de la extremidad trasera que formaron parte de un estudio de poblaciones.

$$TL=11.64 (RFL) +4.9$$

Donde, TL= Longitud total, RFL= Longitud de huella trasera, 11.64 nos indica cuánto aumenta la longitud total del cocodrilo por cada unidad de longitud de la huella y 4.9 es una constante establecida para la fórmula.

Platt & Thorbjarnarson (2000, como se citó en Platt et al., 1990) agrega que la longitud total (TL) de las hembras anidadoras se puede estimar a partir de la longitud de las huellas de las patas traseras encontradas en los nidos. Platt et al., (1990) menciona que la fórmula es confiable para estimar la longitud total de los cocodrilos, debido a que el coeficiente de determinación presenta un valor de, $r^2=0.87$, indicando que el 87% de las ocasiones la fórmula acierta con la

estimación de la longitud del individuo. Platt & Thorbjarnarson, realizaron diversos estudios en la región de Centroamérica, entre ellos incluyeron el querer conocer el tamaño de las hembras reproductoras en varias zonas costeras. Los resultados fueron diversos en cuanto a los tamaños ya que siempre había diferencias debido a las zonas o tallas de los individuos (neonato, juvenil, subadulto, adulto). Conocer el tamaño de las hembras que anidan en diferentes sitios de anidación de Barra de Santiago nos permitirá realizar comparaciones con los resultados que han obtenido otros investigadores en la región.

1.7 Longitud y peso de neonatos.

En Barra de Santiago se ha incubado los huevos de algunos nidos de forma artificial en el vivero del canal “El Zapatero” esto con la intención de tener el mayor porcentaje de éxito en la eclosión y así introducir la mayor cantidad de neonatos al ecosistema. Cuando el periodo de incubación de los huevos en el vivero alcanza etapa final, en la que los pre-neonatos comienzan a emitir vocalizaciones para poder salir del nido, estos son recolectados por el equipo de Guarda recursos en cubetas o guacales diferentes para cada nido, para posteriormente marcar de forma individual a los neonatos antes de liberarlos mediante el método de corte de escamas caudales simples y dobles, estableciendo una numeración única para cada individuo en base a centenas, decenas y unidades. Para esta investigación se van a tomar en cuenta solo aquellos nidos que están siendo incubados en el vivero para tener un control total sobre la cantidad total de huevos eclosionados.

Los principales registros que existen de toma de medidas biométricas de neonatos se encuentran en reportes de UMA⁵, donde por protocolo deben de tomar el peso y longitud inicial

⁵ UMA: Unidad de Conservación de Vida Silvestre.

de cada individuo que tienen en sus recintos de crecimiento. También (Cupul-Magaña, De Niz-Villaseñor, Reyes-Juárez & Rubio-Delgado, 2004) realizaron un estudio de anidación y crecimiento de neonatos en estado natural, donde le dieron seguimiento a un nido durante 106 días, realizando 9 monitoreos nocturnos realizando capturas con la mano para medir el aumento de crecimiento y peso cada 15 días.

1.8 Conflicto Cocodrilo-Humano y sus consecuencias.

Lamentablemente, los conflictos entre cocodrilos y grupos humanos han sido reportados desde hace más de un siglo, debido principalmente al crecimiento de la población y a la ampliación de la frontera agrícola; aunado a que los reptiles llegan a tomar al ganado y a los animales domésticos como fuente de alimento. Thorbjarnarson (1989), afirma que la presencia de humanos o el patrón de actividad humana también puede modificar el uso de hábitat de los cocodrilos. En la mayoría de situaciones, los cocodrilos se retiran y evitan las zonas frecuentadas por humanos.

Martínez-Ibarra et al. (1997, como se citó en UICN, 2018) Los incidentes entre cocodrilos y pescadores, de manera general, suceden en tres escenarios: 1) Durante la práctica de la pesca del camarón, peces y crustáceos que coincide con la época de reproducción del cocodrilo cuando las hembras pueden atacar al ofrecer cuidados a las crías; 2) cuando los pescadores pisan accidentalmente a los cocodrilos al realizar labores de pesca en aguas poco profundas, y 3) al intentar liberador de las redes de pesca cuando se enmallan accidentalmente. Además, (Hutton y Webb, 2003; Caldicott et al., 2005; SINAC, 2019) menciona que, debido a su naturaleza de grandes depredadores y otros factores, se pueden generar conflictos entre los humanos y cocodrilos, lo cual tiene como consecuencia, que la recuperación de las poblaciones de crocodílidos no sea percibida como algo positivo por algunas personas (p.5).

La parte de educación ambiental debe de ser trabajada con insistencia, ya que en los últimos años las acciones humanas han tenido consecuencias graves que están perjudicando los procesos de reproducción natural de esta especie. Durante el transcurso de la temporada de anidación se pudo percibir que mientras el equipo de Guarda recursos realizaban labores de búsqueda de huevos en los sitios de anidación vulnerables, percibieron que en algunos de los sitios había rastros de personas que llegaron a los nidos antes que el personal de Guarda recursos. Posteriormente se confirmó el hecho de que personas de la localidad ya se habían presentado al lugar y hurtaron los huevos de algunos nidos sin conocer el propósito de estas acciones. Es importante documentar este tipo de acciones para generar un registro constante y determinar si estas acciones están incrementando o disminuyendo con el paso del tiempo y descifrar si dichas acciones están contrarrestando los esfuerzos de conservación que realizan el equipo de Guarda recurso.

CAPITULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Método, Tipo y diseño de la investigación.

El enfoque de esta investigación fue cualitativa-cuantitativa (mixta), de tipo descriptiva. En ésta se describen algunos aspectos específicos de la biología reproductiva de *Crocodylus acutus*, entre los que se combinan la recolección y comparación de datos cuantitativos y observación de componentes cualitativos, por lo cual la investigación es de tipo descriptiva con un enfoque mixto. Además, la investigación presenta un diseño de campo no experimental (observacional), donde se han recolectado los datos de forma directa y sin manipulación de variables.

2.2 Descripción del área de estudio.

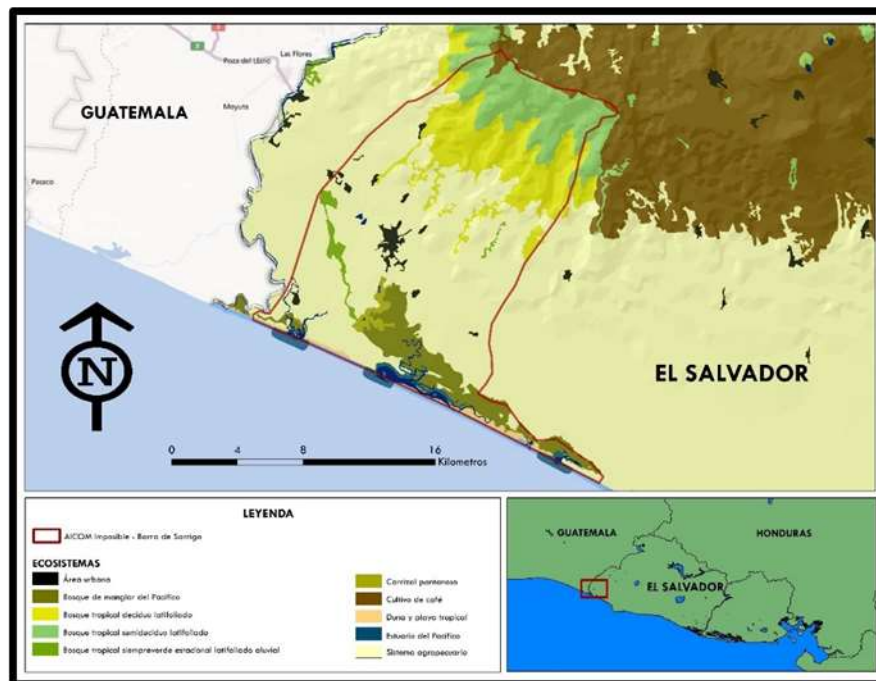


Figura 1: Sitio Ramsar Barra de Santiago. Fuente: Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos.

En la zona occidental del país encontramos Barra de Santiago, ubicada entre el departamento de Ahuachapán y Sonsonate, repartido en los municipios de San Francisco

Menéndez, Jujutla y Acajutla. Al norte colinda con la sierra Apaneca-Ilamatepec, al oeste con el río Paz y la república de Guatemala, al sur se encuentran los 26 km de zona marino-costera del océano pacífico y al este se encuentran los manglares de Metalío. El sitio Ramsar Barra de Santiago posee una extensión estimada de 11,519 ha que conforman principalmente un ecosistema de manglar, sucesiones de vegetación pantanosa, bosques inundados, arroyos estacionales y permanentes como también lagunas de inundación. Además, posee dos unidades del sistema nacional de áreas protegidas; Barra de Santiago y Santa Rita-Zanjón el Chino, en las cuales también encontramos tres sitios arqueológicos de origen maya-pipil; Isla Cajete, Isla El Cajetillo y Cara Sucia (Barraza, Pérez, Chipagua, Fuentes & Melara, 2013).

2.3 Universo, población y muestra.

El universo para esta investigación son los cocodrilianos de la zona occidental del país, la población son los cocodrilianos de la Barra de Santiago y la muestra está comprendida por los cocodrilos (*Crocodylus acutus*) de Sitio Ramsar Barra de Santiago.

2.4 Instrumentos y técnicas de investigación.

La principal técnica utilizada fue la recolección de datos de forma directa en campo donde inicialmente se realizaron recorridos guiados en conjunto con miembros del equipo de Guarda recursos en lanchas guiadas por motor en los canales del manglar hasta llegar a los sitios de anidación, donde se utilizó GPS para señalar los sitios. Las impresiones de huellas en el sustrato se midieron con una cinta métrica retráctil de 3 metros y se acompañó con fotografías tomadas por una cámara modelo Canon PowerShot SX400 IS. La cinta métrica también se utilizó para tomar las dimensiones ancho, largo y profundidad de aquellos nidos que fueron hurtados. Asimismo, se diseñó una encuesta de preguntas cerradas con opción a justificar su respuesta, con

la intención de medir el conocimiento que tienen los Guarda recursos respecto a la implementación del calendario lunar.

Posterior a las eclosiones de neonatos se tomaron las medidas biométricas auxiliándonos de una cinta métrica, una balanza digital, un kit de bisturís y hojas de muestreo para recolectar los datos que posteriormente fueron registrados en Microsoft Excel office 2019. Se diseñaron cuatro formatos para la toma de datos en campo adaptado según el objetivo planteado y a la información que se recolecto.

2.5 Fase de recolección de datos.

La obtención de datos en campo se hizo en febrero, con las visitas a los sitios de anidación para comprobar si las hembras han salido a desovar en las fechas estimadas por el calendario lunar, en estos mismos recorridos se realizó observación directa para verificar si hay rastros (huellas) de las hembras y poder tomar las medidas necesarias. En caso de presentarse la situación en que se encuentren rastros de hurto de huevos se tomaron las coordenadas para posteriormente realizar una visita al sitio y coleccionar los datos necesarios.

Los recorridos se realizaron a tempranas horas de la mañana, de lunes a viernes tratando de desplazarse con la marea para evitar contratiempos. Tomar en cuenta que los recorridos se hicieron sin límite de tiempo hasta que se termine de recorrer los sitios de anidación seleccionados.

Como recurso adicional se utilizaron varios formatos de hojas de muestreo con tabla de escribir para tomar los siguientes datos del recorrido: día, hora de inicio y finalización, lugar, presencia de huella, longitud, participantes y observaciones (anexo 5, 1-4). El muestreo se acompañó de evidencia audiovisual, a través de fotografías.

2.6 Procesamiento y Análisis de datos.

El procesamiento fue de forma manual y electrónica.

Tipo de tablas y gráficos: Se han diseñado de acuerdo a la practicidad de los datos que se recolectaron para una mejor expresión de los mismos (gráficos de barra, circulares).

Análisis de los datos: Primeramente, se obtuvo la efectividad del calendario lunar mediante medición de porcentaje de éxito utilizando diversas funciones de Excel (COINCIDIR, ESNUMERO, O y SI) combinadas entre sí y luego se hizo un diagnóstico de la encuesta mediante el método de análisis de contenido (Bengtsson, 2016). Luego se utilizó la fórmula $TL=11.64 (RFL)+4.9$ para obtener la estimación de la longitud total de las hembras reproductivas (Platt & Thorbjarnarson, 2000). También se aplicó un análisis de “media” a los datos obtenidos de la medición biométrica de neonatos incubados en el vivero y se hizo una comparación entre nidos. También se realizó una comparación de los nidos saqueados durante las últimas 3 temporadas de anidación. Todos estos datos fueron analizados a través de Microsoft Excel office 2019.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1 Calendario lunar.

Según los resultados que se obtuvieron en la búsqueda de nidos de cocodrilo en los diferentes sitios de anidación, durante las fechas estimadas por el calendario se realizaron desde el 7 de febrero del 2024 hasta el 4 de abril del mismo año (anexo 1). Al finalizar la temporada de desove de cocodrilo se encontraron 12 nidos, de los cuales 9 fueron reubicados para ser incubados en el vivero del canal El Zapatero y los 3 restantes se mantuvieron en el sitio donde se encontraron debido a que no estaban expuestos a peligros.

Para obtener el porcentaje de efectividad del calendario en base a las fechas en que fueron encontrados los nidos se utilizaron diversas funciones de Excel. El análisis se realizó colocando las fechas reales en que fueron encontrados los nidos y comparándolo con las fechas estimadas por el calendario para obtener una coincidencia, posteriormente se contabilizaron los valores totales y se le aplicó la fórmula para comprobar el porcentaje de efectividad

Los nidos se encontraron durante 9 fechas de las 20 estimadas por el calendario lunar, mencionar que en un solo día se encontraron 4 nidos (02/03/2024), los demás se encontraron uno por día y solo una fecha no fue acertada por el calendario (29/02/2024). Después del análisis se obtuvieron 11 aciertos y 1 desacierto, para lograr una efectividad de 91.67% respecto a las fechas reales. Además, se obtuvieron los valores de media (0.92) y desviación estándar (0.29).

Tabla 1. Representación de las fechas reales en que se encontraron los nidos, marcado de color amarillo los aciertos del calendario lunar y marcado de rojo los desaciertos.

ACIERTOS Y DESACIERTOS DE CALENDARIO LUNAR.

Febrero/2024						
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
-	-	07/02/24	08/02/24	09/02/24	10/02/24	11/02/24
-	-	14/02/24	15/02/24	16/02/24	17/02/24	18/02/24
-	-	-	22/02/24	23/02/24	24/02/24	25/02/24
26/02/24	-	-	29/02/24			
Marzo/2024						
			-	01/03/24	02/03/24	03/03/24
04/03/24	05/03/24	-	-	08/03/24	09/03/24	10/03/24
11/03/24	12/03/24	-	-	15/03/24	16/03/24	17/03/24
18/03/24	19/03/24	-	-	-	23/03/24	24/03/24
25/03/24	26/03/24	27/03/24	-	-	-	31/03/24
Abril/2024						
01/04/24	02/04/24	03/04/24	04/04/24	-	-	-

3.2 Encuesta.

El análisis de la encuesta se realizó en dos partes, examinando las respuestas de las preguntas cerradas y posteriormente las preguntas abiertas.

3.2.1 Preguntas cerradas.

Para las preguntas cerradas se presenta unanimidad en cuanto a la efectividad y utilización del calendario lunar por parte del equipo de Guarda recursos, el 100% coinciden en que:

- Los encuestados conocen el calendario lunar.
- Todos creen que la luna influye en el desove de los cocodrilos.
- Consideran efectivo el calendario para estimar fechas de desove.
- Utilizan el calendario para los recorridos en busca de huevos.
- Encuentran nidos usando las fechas estimadas por el calendario.
- Creen que el calendario ayuda a encontrar huevos antes de que sean destruidos.
- Recomiendan su uso a otros investigadores.
- Piensan que el calendario tendría buena aceptación en la comunidad científica.

La totalidad de respuestas afirmativas indican la gran aceptación que tiene el uso del calendario lunar para las búsquedas de nidos en los sitios de anidación.

3.2.2 Preguntas abiertas.

Después de revisar los comentarios de las preguntas abiertas y reconocer cuales son las tendencias en las respuestas, se identificaron los siguientes patrones;

- **Influencia de la luna en el desove:** Los desoves coinciden con los movimientos de la luna, lo que sugiere que el comportamiento de las hembras está relacionado con las fases lunares.
- **Efectividad del calendario lunar:** Los encuestados mencionan que el calendario tiene gran precisión para estimar las fechas de desove y eso facilita la planeación de los días de búsqueda.
- **Utilidad en los recorridos para encontrar huevos:** Los encuestados consideran que es una herramienta útil para anticiparse a saqueos que puedan sufrir los nidos en zonas vulnerables.
- **Aceptación del calendario en la comunidad científica:** Los encuestados mencionan que algunos **especialistas** que se han enterado del calendario lunar respaldan su uso. También mencionan que hay un conocimiento empírico y tradicional asociado a la luna.

3.3 Estimación de la longitud de las hembras mediante la huella.

La búsqueda de huellas se llevó a cabo a partir del periodo de anidación y se intensifico en el periodo final de la incubación, cuando las hembras realizan visitas a los nidos. Se visitaron 3 sitios de anidación, el primer sitio se visitaba realizando un recorrido a pie y los otros dos sitios realizando recorrido en lancha, durante 13 días, exceptuando los fin de semana se encontraron un

total de 5 huellas (anexo 2, fotografía 1-5), de las cuales se llevó un registro en hojas de muestreo y de forma digital. La media de la longitud total estimada con la fórmula de las 5 hembras fue de 158.5 cm (tabla 2).

Tabla 2. Registro de las huellas encontradas aplicándole la fórmula de estimación de longitud total.

Fecha	Sitio de Anidación	Longitud (cm)	Fórmula
30/04/2024	Costa Azul	11.0	$TL=11.64(11.0)+4.9= 132.9 \text{ cm}$
01/05/2024	El Espino	13.0	$TL=11.64(13.0)+4.9= 156.2 \text{ cm}$
03/05/2024	El Espino	14.0	$TL=11.64(14.0)+4.9= 167.9 \text{ cm}$
16/05/2024	El Espino	14.5	$TL=11.64(14.5)+4.9= 173.7 \text{ cm}$
17/05/2024	El Espino	13.5	$TL=11.64(13.5)+4.9= 162.0 \text{ cm}$
	Media/LT		158.5cm

3.4 Nidos perdidos por consecuencias humanas.

En la temporada de anidación pasada en los monitoreos que realizaron los Guarda recursos durante la época de desove, se reportó el robo de tres nidos, uno en Cajete Ceiba y dos en Tacachol (anexo 3).

El 5 de junio se realizó un recorrido a los sitios de anidación para tomar el ancho, largo, profundidad y otros factores de importancia de los nidos saqueados. Las medidas morfométricas del segundo nido de Tacachol no pudieron ser tomadas debido a que no se encontró el agujero por crecimiento de vegetación, Eduardo Orellana quien fue el Guarda recurso asignado para guiar este recorrido, comentaba que las dimensiones de los nidos de este sitio de anidación suelen ser muy similares (Orellana, 2024 Com. Pers.)⁶

⁶ Eduardo Orellana, Guarda recurso, Sitio Ramsar Barra de Santiago.

Tabla 3. Registro de medidas morfométricas de nidos afectados por humanos.

Medidas morfométricas de nidos						
Sitio de anidación	Ancho	Largo	Profundidad	Distancia a Vivienda	Primer	Presencia de Perros
Unidad de medida	Centímetros			Kilómetros		Si/No
Cajete Ceiba	19	9.5	21	0.8		Si
Tacachol 1	24	29	28	3		Si
Tacachol 2	-	-	-	3		Si

Además, se contabilizo la cantidad de nidos que han sido destruidos o robados durante los últimos tres años para realizar una comparación a través del tiempo y registrar la alteración en el proceso reproductivo (tabla 4).

Tabla 4. Comparación de pérdidas en 3 temporadas de anidación.

Cantidad de nidos perdidos.			
Año	Sitio de anidación	Cantidad	Actividad antropogénica
2022	El Mosquito	2	Robo.
	Tacachol	2	Robo.
	Tacachol #2	1	Robo.
	El Espino	1	Destruído.
2023	Cajete	2	Robo.
	Tacachol	3	Robo.
	El Mapache	4	Robo.
2024	Cajete Ceiba	1	Robo.
	Tacachol	2	Robo.
Total, últimos 3 años		18	-

3.5 Medidas biométricas (longitud y peso) de neonatos del vivero.

La mayoría de neonatos nacidos en el vivero son marcados mediante el método de corte de escamas caudales simples y dobles de la cola (anexo 4), asimismo, como parte del marcaje se registran los datos biométricos (anexo 5).

La toma de estas medidas se realiza durante las primeras 72 horas de vida, para su posterior liberación en sitio de anidación de donde fueron extraídos los huevos. A continuación, se presentan los promedios obtenidos de la medición de 198 neonatos eclosionados de 9 nidos incubados en el vivero.

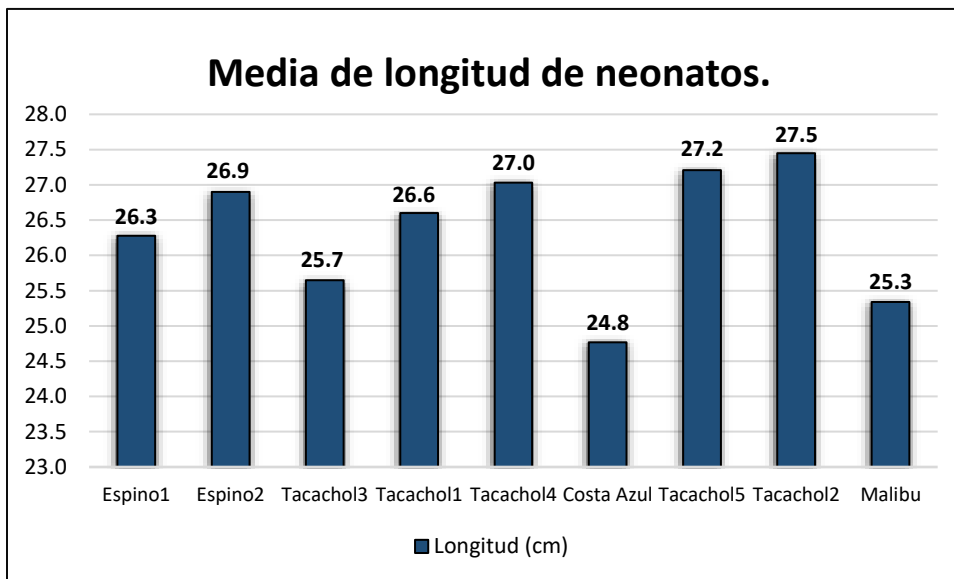


Gráfico 1. Promedios de longitud obtenidos para cada nido incubado en el vivero.

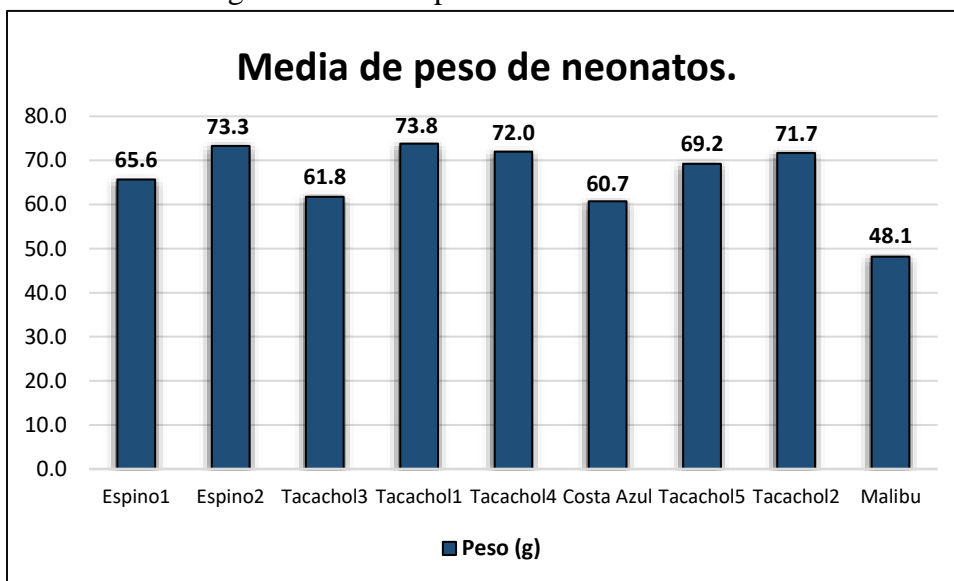


Gráfico 2. Promedios de peso obtenidos para cada nido incubado en el vivero.

La variables biométricas longitud/peso mínimo-máximo varió para cada uno de los nidos incubados en el vivero (tabla 5).

Tabla 5. Valores máximos y mínimos con su respectivo promedio de los nidos incubados en vivero.

MEDIDAS BIOMÉTRICAS DE NEONATOS INCUBADOS EN VIVERO.						
Nido	Longitud mínima	Longitud máxima	Longitud promedio	Peso mínimo	Peso máximo	Peso promedio
Espino 1	25.3	28	26.3	61	71	65.5
Espino 2	25	28.3	26.9	63	81	73.4
Tacachol 3	25	26	25.7	57	67	61.8
Tacachol 1	25	27.5	26.6	65	78	73.8
Tacachol 4	25	28.3	27.0	58	81	72.0
Costa Azul	21.7	26.2	24.8	47	67	60.7
Tacachol 5	25.6	28.1	27.2	62	75	69.2
Tacachol 2	23.8	28.9	27.5	58	76	71.7
Malibu	25.2	25.5	25.5	43	52	48.1

El registro de eclosiones también permitió obtener algunos datos complementarios sobre las eclosiones. Incubando un total de 250 huevos para obtener 198 eclosiones de las cuales 3 neonatos murieron posterior a su nacimiento, 36 huevos con muerte embrionaria temprana y 16 huevos sin embrión.



Gráfico 3. Porcentaje de eclosión para 9 nidos incubados en vivero de canal “El Zapatero”.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

4.1 Calendario lunar.

La ecología reproductiva del cocodrilo posee grandes vacíos de conocimiento y de aquellas variables que condicionan su comportamiento, estas deficiencias son mayores si hablamos de poblaciones silvestres debido a lo inaccesible que es llegar a las poblaciones de estos reptiles.

El conocimiento empírico que presentan los miembros del equipo de Guarda recursos en cuanto a la relación entre las fases lunares y el desove de estos reptiles es amplio, tanto que la mayoría de recorridos que son realizados de forma nocturna como parte de su monitoreo se basan en las fases lunares. El factor determinante a la hora de seleccionar que días se realizarán las búsquedas de huevos durante la temporada de desove son las fases lunares, tomando como base que durante varios años está ha sido la herramienta que mejores resultados ha dado al equipo.

En la actualidad no hay autores que hayan abordado directamente la relación existente entre los movimientos lunares y el desove de las hembras de cocodrilo. Un investigador ha presentado algunos indicios que sugieren que la fase de luna nueva coincide con los primeros rastros de hembras queriendo desovar (Casas-Andreu, 2003), idea que coincide con los principios que establece el calendario lunar, donde, dos días antes y dos días después de cada fase lunar se deben de realizar búsquedas. Seijas & Acosta (2014) realizaron un estudio en cuanto a la cronología de anidación del caimán de orinoco (*Crocodylus intermedius*), donde valoraron la incidencia de las fases lunares en los comportamientos de anidación de las hembras, los resultados muestran ser similares para las cuatro fases lunares (nueva, creciente, llena y menguante), no obstante, hubieron mayor cantidad de anidaciones durante la luna nueva y llena, resaltando que dichos autores sugieren que durante las fases de luna llena y nueva se genera una alineación con

otros astros como el sol. Esta investigación obtiene resultados similares en cuanto a las fases lunares en que se encontraron nidos, debido a que no existe una marcada inclinación hacia alguna fase lunar en particular. Tomar en cuenta que se habla de una especie de caimán, la cual presenta un habitat y comportamiento diferente al cocodrilo americano.

Estudios como el de Medina & Gutiérrez (2006), mencionan que *C. acutus* tiende a ser más visible para realizar monitoreos en las noches de nueva, Martínez (2005) tomo en cuenta las fases lunares para realizar monitoreos nocturnos, obteniendo avistamientos en todas sus fases, teniendo más avistamientos en la fase menguante de la luna.

Al comparar los resultados de está investigación con los de otros autores se valida la idea que en los días previos, posteriores y el día de mayor apogeo de la fase lunar existe una mayor probabilidad de encontrar nidos en los sitios de anidación. Aunque, Casas-Andreu (2003) cita que durante la luna nueva se encontraron rastros de hembras en los sitios de anidación y Seijas & Acosta (2014) menciona en sus estudios que durante la luna nueva y llena se dieron la mayoría de anidaciones, lo que coincide con uno de los nidos encontrados en está investigación (luna llena) y puede sugerir que durante la fase lunar nueva y llena se den la mayor cantidad de registros de anidación, teniendo en cuenta que los anteriores autores y la presente investigación también presentan registros durante las otras fases lunares.

4.2 Estimación de la longitud de las hembras mediante huella.

Después de realizar el analisis de las huellas y aplicar la fórmula de estimación de longitud total se analizo mediante media las 5 huellas, con un promedio de 158.5 cm, concordando con Casas-Andreu y Gúzman-Arroyo (1970), que afirman que *Crocodylus acutus* “aparentemente” alcanza la madurez sexual a los 1.50 m. Otros autores como Thorbjarnarson (1989), menciona que las tallas minimas reproductivas en hembras de *C. acutus* son de 2.20 m, Fonseca y Berovides

(1999) confirman la información anterior, reportando tallas mínimas reproductivas de 2.25 m. También Charruau (2010) tuvo la oportunidad de tomar las huellas de 11 hembras reproductoras durante una investigación y aplicar la fórmula, obteniendo como resultado que la hembra de menor tamaño, con una longitud total de 165 cm, que es similar a dos de los valores obtenidos en esta investigación, no sería la primera vez que se registran estos datos para *C. acutus*. Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo (2008) señalan que para *Crocodylus intermedius* la talla mínima para alcanzar la madurez sexual es de 250 cm, aproximadamente a los 6 años de edad.

Los valores obtenidos con la fórmula para este estudio sustentan la idea que para *C. acutus* las longitudes totales tal vez no sean alrededor de 2.0 m y sean menores según los resultados descubiertos por otros autores y los de la presente investigación.

La mayoría de autores presentan sus resultados respecto a la madurez sexual de los cocodrilianos en un intervalo de longitud total de 200 a 250 cm. Aunque el uso de la fórmula para estimar la longitud total a través de la huella tiene un alto grado de confianza se debe tomar en cuenta que no posee un 100% de efectividad.

4.3 Nidos perdidos por consecuencias humanas.

El desarrollo y el incremento de las poblaciones humanas es algo que no podemos evitar y que constantemente genera una disminución en los territorios que habitan los cocodrilos. Según Platt y Thorbjarnarson (1989), hoy en día aún se sigue presentando la cacería furtiva de forma ocasional en algunos asentamientos humanos, principalmente aquellos que se encuentran más aislados de las poblaciones humanas principales. Para el país durante los últimos años se han observado un posible crecimiento en las poblaciones de cocodrilianos que genera preocupación en las poblaciones que se encuentran aledañas al hábitat de estos reptiles.

Anteriormente, se han presentado interacciones negativas entre cocodrilos y humanos que generan en las personas una percepción errónea de esta especie. Esa parte negativa de la relación humano-cocodrilo ha llevado a que algunos lugareños de zonas aledañas a este sitio Ramsar tomen acciones para perjudicar a la especie.

En el año 2024 se identificaron hallazgos sobre actividades negativas en ciertos sitios de anidación, donde fueron saqueados 3 nidos de cocodrilos por personas de la zona. Posterior a estos reportes se realizó un recorrido a los sitios para obtener algunos datos morfológicos de los nidos saqueados, obtenidos los siguientes promedios de 2 nidos muestreados; 21.5 cm de ancho, 38.5 cm de largo y 24.5 cm de profundidad al fondo de la recámara, estos datos se encuentran dentro de las dimensiones planteadas por Casas-Andreu (2003), Cupul-Magaña, De Niz-Villaseñor, Reyes-Juárez, & Rubio-Delgado (2004) y Charruau (2010).

Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo (2008) obtuvieron en la investigación que realizaron con *Crocodylus intermedius* un promedio de las medidas morfológicas de los nidos con un largo de 35,04 cm, ancho de 30,33 cm y profundidad de 42,63 cm, en cuanto a largo y ancho se encuentra dentro de los valores registrados para esta investigación, pero la profundidad no se encuentra dentro del rango presentado por dichos autores. También debemos tomar en cuenta que según Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo (2008), la profundidad de la cavidad del nido está determinada por el tamaño de la hembra, ya que al tener un mayor tamaño sus extremidades posteriores serán más largas, dándole la capacidad de hacer el nido más profundo.

En cuanto al largo, ancho y profundidad de nidos de cocodrilos las dimensiones siempre van a presentar diferencias, ya que según las evidencias presentadas por diversos autores estas van a estar definidas por la longitud total de la hembra.

Durante los últimos tres años se han perjudicado un total de 18 nidos en cinco diferentes sitios de anidación (El Espino, El Mosquito, Tacachol, Cajete y El Mapache) en reiteradas ocasiones. Este tipo de acciones repercuten de forma negativa en las acciones que el equipo de Guarda recursos realizan para asegurar la sobrevivencia de una especie que se encuentra en una situación “vulnerable”.

4.4 Medidas biométricas (longitud y peso) de neonatos del vivero.

Para este estudio se tomaron en cuenta sólo 9 nidos, que fueron incubados en el vivero del canal el zapatero, de los cuales se obtuvieron un total de 198 neonatos que se incluyeron para ser parte del registro de toma de medidas biométricas.

Después de obtener la media de longitud y peso para cada nido, se obtuvo una media total equivalente a 26.36 cm de longitud y 66.24 g de peso. Estos valores se encuentran dentro de los rangos propuestos por Cupul-Magaña, De Niz-Villaseñor, Reyes-Juárez, & Rubio-Delgado (2004), donde estos evaluaron el crecimiento una camada de 33 neonatos, los cuales en su primera medición y pesaje presentaron medidas de 26.32 ± 0.50 cm y 60.44 ± 2.37 g, mostrando valores muy similares a los obtenidos para esta investigación. Aunque deben de tomar en cuenta que solo evaluaron una nidada en comparación con las nueve presentadas en este estudio. Hernández Hurtado, Quevedo Machain, & Hernández Hurtado (2004), afirma que las crías de *Cocodylus acutus* presenta longitudes entre los 25 y 30 cm, lo que se encuentra entre los valores obtenidos.

Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo (2008) cita en el estudio realizado para *Crocodylus intermedius* que de un total de 690 neonatos eclosionados que fueron incubados de forma artificial del 2003 al 2006, se obtuvo el promedio de longitud de 28,6 cm, en cuanto a longitud promedio los resultados de esta investigación se encuentran dentro del rango que presentan dichos investigadores. El peso promedio registrado por Antelo, Ayarzagüena & Castroviejo (2008) para

los mismos 690 neonatos es de 66.9 g., que coincide con el rango de peso registrado en este estudio. Los datos que se presentan muestran estar dentro de los rangos de longitud y peso registrados por otros investigadores

La longitud y peso de neonatos al eclosionar tiene mucho que ver con las condiciones fisiológicas y de habitat en las que se encuentra la madre, incluso tiene relación la calidad del esperma que proporciona el macho para la fecundación, por ende, las medidas biométricas que presentan los neonatos van a variar por cada nidada. Variaciones en los datos nos muestran que todas las hembras se encuentran en diferentes condiciones en su hábitat, careciendo o disponiendo de mayor cantidad de alimento, territorio, nutrientes y machos.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de la investigación se concluye que:

El calendario lunar posee una efectividad del 91.67%, estimando las fechas de desove de 11 hembras.

La percepción del equipo de Guarda recursos designado para Barra de Santiago, es que poseen gran práctica sobre el uso del calendario y conocimiento sobre la influencia de las fases lunares sobre la conducta de las hembras.

Se encontraron cinco huellas en dos sitios de anidación (Costa Azul y El Espino) de los tres que se visitaron, para obtener un promedio de longitud de 158.5 cm de largo.

Algunos factores ambientales que limitaron la obtención de resultados positivos fueron; las condiciones atmosféricas, el tipo de sustrato, aumento/disminución de mareas, hojarasca y vegetación sobre el suelo.

El equipo de Guarda recursos reporto en el 2024 un total de 3 nidos saqueados durante la temporada de anidación en los sitios de desove (Uno Cajete Ceiba y dos en Tacachol).

Si observamos la línea de tiempo de los últimos tres años, se han perjudicado de forma negativa 18 nidos en cinco sitios de anidación diferentes (El Espino, El Mosquito, Tacachol, Cajete y El Mapache).

El personal de Guarda recursos designado para el sitio Ramsar es muy limitado y eso dificulta el cumplimiento de sus tareas.

La población de Barra de Santiago posee insuficiente información sobre la importancia de esta especie para el ecosistema.

El promedio total de longitud (26.36 cm) y peso (66.24 g) de 198 neonatos de 9 nidos incubados en el vivero para cada nido. Además, se obtuvo el porcentaje de eclosión para los nidos incubados en el vivero, con un porcentaje de eclosión de 79.20% y un 20.80% de huevos no eclosionados por razones como; muerte embrionaria temprana o huevos sin embrión.

Marcaje de 198 neonatos mediante el método de corte de escamas caudales simples y dobles que fueron introducidos al ecosistema con éxito.

El desarrollo de la frontera agrícola en las cercanías de los sitios de anidación es un problema constante debido a las diferentes prácticas culturales que se utilizan (quema, uso de fertilizantes y maquinaria), estas pueden alterar los sitios de postura.

La presencia de perros domésticos en las cercanías de los sitios de anidación puede afectar negativamente el desarrollo natural del proceso de reproducción de estos reptiles.

RECOMENDACIONES

Tomando como base los resultados obtenidos en la investigación se recomiendan las siguientes acciones:

Dar prioridad al uso del calendario debido a que posee un alto grado de efectividad para estimar las fechas de desove de las hembras de cocodrilo.

Utilizar herramientas digitales para mejorar y aumentar el porcentaje de efectividad que posee el calendario lunar.

Para futuras investigaciones, es importante explorar más a fondo el conocimiento que tiene el equipo de Guarda recursos, ya que poseen una gran cantidad de experiencia empírica que podría ser valiosa para nuevos estudios y que sería útil conocer.

Para llevar a cabo un estudio de huellas para estimar la longitud total de un individuo, el periodo de búsqueda de huellas debe de ser al menos de tres temporadas de anidación, esto permitirá obtener una muestra más representativa. Además, se debe tomar en cuenta factores climáticos, movimientos de mareas, hojarasca y tipo de suelo, factores que pueden influir en la impresión de la huella sobre el sustrato.

Se sugiere aumentar los recorridos por los sitios de anidación durante la temporada de desove de cocodrilo para aumentar la vigilancia y así garantizar la reducción de intervenciones negativas para esta especie e incrementar el personal de Guarda recursos, lo cual permitirá tener un mayor rango de alcance, ya que el área posee una gran extensión.

Reforzar en la población de Barra de Santiago la conciencia ambiental para generar una mejor coexistencia humano-cocodrilo.

Continuar con el método de “corte de escamas caudales simples y dobles” en los neonatos de cocodrilo antes de ser liberados manteniendo un registro constante de la población en el área para conocer las características biométricas de los individuos y observar su desarrollo a través del tiempo.

Utilizar todas las herramientas disponibles dentro del marco legal ambiental que estén a disposición para realizar procesos a aquellas personas que crucen los límites permitidos ya sea por la tenencia irresponsable de mascotas o por la expansión de cultivos que impacten negativamente los hábitats de anidación.

En futuros estudios realizar un monitoreo de los neonatos que fueron objetivo de la investigación y determinar cuál ha sido el desarrollo que han presentado a lo largo del tiempo.

REFERENCIAS

- Antelo, R., Ayarzagüena, J., & Castroviejo, J. (2008). *Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (Crocodylus intermedius) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela)*. Tesis doctoral., Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes.
- Avilés, A. C. (2023). *Tamaño y estructura poblacional de caimán de anteojos (Caiman crocodilus) en el Área Natural Protegida Santa Rita, Ahuachapán*. Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Barraza, J. E., Pérez, M. J., Chipagua, G. L., Fuentes, W., & Melara, P. V. (2013). *Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2014: Complejo Barra de Santiago*. San Salvador: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Barrios Quiroz, G., & Cremieux Grimaldi, J. C. (2018). *Protocolo de ranqueo para el Cocodrilo de pantano (Crocodylus moreletii) en México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, 2, 8-14. doi:10.1016/j.npls.2016.01.001
- Bonilla, A. D. (2002). *Análisis comparativo de dos temporadas reproductivas de Crocodylus acutus en la Finca La Sierra, Cocodrilos Clal Continental*. Zamorano, Honduras, San Manuel, Cortés, Honduras.
- Casas Andreu, G. (2003). Ecología de la anidación de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en la desembocadura del Río Cuitzmala, Jalisco, México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*, 89, 111-128.

- Casas-Andreu, G., & Quiroz-Barrios, G. (2003). Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología.*, 74(1), 35-42.
- Casas-Andreu, G., Barrios-Quiroz, G., & Macip-Ríos, R. (2011). Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. (U. N. México, Ed.) *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(1), 261-273. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42520745024>
- Charruau, P. (2010). *Ecología y etología de anidación del cocodrilo americano (Crocodylus acutus): Un estudio para su conservación.*
- CITES. (2024). *Apéndices I, II y III en vigor a partir del 25 de mayo de 2024.* Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Obtenido de <https://cites.org>
- Crocodile Specialist Group. (2025). *Clasificación de los cocodrilos actuales.* Recuperado el 15 de Febrero de 2025, de Crocodile Specialist Group: <https://www.iucnscg.org>
- Cupul-Magaña, F. G., De Niz-Villaseñor, A., Reyes-Juárez, A., & Rubio-Delgado, A. (2004). *Historia natural del cocodrilo americano (Crocodylus acutus) en el estero Boca Negra, Jalisco, México: Anidación y crecimiento de neonatos.*
- Diario Oficial de El Salvador. (2023). *Acuerdo No. 257: Listado Oficial de Especies de Vida Silvestre Amenazadas o en Peligro de Extinción.* Imprenta Nacional.
- Escobedo-Galvan, A. H., Dueñas, C., & Martinez, C. (2004). Notes on crocodiles in El Salvador. *Crocodile Specialist Group Newsletter*, 23(3).

- Henríquez, V., Aranda-Coello, J. M., & Herrera, N. (2022). Distribución y estado de conservación del cocodrilo americano (Crocodylidae: *Crocodylus acutus*) en El Salvador. *UNED Research Journal*, 14(1). doi:<https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3950>
- Hernández Hurtado, H., Quevedo Machain, R., & Hernández Hurtado, P. S. (2004). Los Cocodrilos de la costa pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México. *Lso recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán.*, 375-389.
- López-Luna, M. A., Barrios-Quiroz, G., Escobedo-Galván, A. H., Casas-Andreu, G., Domínguez-Laso, J., & García-Grajales, J. (2013). *Diagnóstico del estado de conservación del cocodrilo americano (Crocodylus acutus) en México, consideraciones sobre CITES, NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN, y propuesta de sitios potenciales para un programa de monitoreo, con base en información existente.* CONABIO.
- Martínez Turcios, C. C. (2005). *Distribución, abundancia y composición por tallas de las poblaciones de Crocodilianos presentes en el Sitio Ramsar, Laguna El Jocotal, Departamento de San Miguel, El Salvador.* Trabajo de graduación, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología.
- Medina, P. C., & Gutiérrez, V. L. (2006). *Estado Actual de la Población de cocodrilos (Crocodylus acutus) Isla Juan Venado en brazos del Estero de la Garita, Salinas Grandes, León-Nicaragua.* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León.
- Padilla Ulloa, M. S. (2020). *Influencia de las fases de la luna y otros factores sobre el sexo de las crías en cerdos.* Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Zamorano, Honduras.

- Pérez, O., & Escobedo-Galván, A. H. (2005). Notas sobre la reproducción en cautiverio de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 12 (3), 479-481. Obtenido de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- Pierre-Charruau, A. R. (2010). *Ecología y etología de anidación del cocodrilo americano (Crocodylus acutus): Un estudio para su conservación*. El Colegio de Frontera Sur.
- Platt, S. G., & Thorbjarnarson, J. B. (2000). Nesting ecology of the American crocodile in the coastal zone of Belize. *Copeia*, 2000(3), 869–873.
- Ponce, C. P. (2005). *Influencia del ambiente en las hormonas sexuales y de estrés durante el ciclo reproductivo del “caimán” Crocodylus acutus Cuvier, 1807*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
- Rainwater, T., Platt, S., Charruau, P., Balaguera-Reina, S., Sigler, L., Cedeño-Vázquez, J., & Thorbjarnarson, J. (2021). *Crocodylus acutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*. UICN. doi:10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T5659A168712617.en.
- Ross, J. P. (1998). *Crocodiles: Status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Crocodile Specialist Group.
- Sandoval, M. L. (2017). *Zonificación de las áreas propensas a incidentes por ataques de Crocodylus acutus en el Pacífico Central de Costa Rica utilizando un sistema de información geográfico*.
- Seijas, A. E., & Acosta, J. E. (2014). “*Cronología de anidación de Caimán del Orinoco (Crocodylus intermedius)*”. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.
- SINAC. (2019). *Estado actual de las poblaciones de cocodrilos (Crocodylus acutus) y caimanes (Caiman crocodilus) en Costa Rica*. San José, Costa Rica.

UICN. (2018). *Evaluación Ecológica Rápida del Cocodrilo Americano (Crocodylus acutus) y Caimán de Anteojos (Caiman crocodilus) en la Bahía de La Unión, El Salvador.*

UICN Red List. (2022). *Crocodylus acutus*. Recuperado el 20 de Febrero de 2025, de UICN RED LIST: <https://www.iucnredlist.org/species/5659/212805700>

ANEXOS

Anexo 1: Calendario lunar diseñado por Juan Pérez.

CALENDARIO DE POSIBLES POSTURAS DE <i>CROCODYLUS ACUTUS</i> 2024 BARRA DE SANTIAGO					
Miércoles 7/2/24	Jueves 8/2/24	Viernes 9/2/24 Luna Nueva	Sabado 10/2/24	Domingo 11/2/24	
Miércoles 14/2/24	Jueves 15/2/24	Viernes 16/2/24 Cuarto Creciente	Sabado 17/2/24	Domingo 18/2/24	
Jueves 22/2/24	Viernes 23/2/24	Sabado 24/2/24 Luna Llena	Lunes 25/2/24	Martes 26/2/24	
MARZO 2024					
1/3/24	Domingo 2/3/24	Lunes 3/3/24 Cuarto menguante	Martes 4/3/24	Miércoles 5/3/24	
8/3/24	Domingo 9/3/24	Lunes 10/3/24 Luna Nueva	Martes 11/3/24	Miércoles 12/3/24	
15/3/24	Domingo 16/3/24	Lunes 17/3/24 Cuarto Creciente	Martes 18/3/24	Miércoles 19/3/24	
23/3/24	Domingo 24/3/24	Lunes 25/3/24 Luna Llena eclipse	Martes 26/3/24	Miércoles 27/3/24	Jueves 31/3/24
ABRIL 2024					
	1/4/24	Martes 2/4/24 Cuarto menguante	Miércoles 3/4 /24	Jueves 4/4/24	

Anexo 2: Fotos de huellas en sitios de anidación.



Huella encontrada en sitio de anidación Costa Azul. Fotografía 1, por Gustavo Gálvez (30/04/2024).



Huella encontrada en sitio de anidación El Espino. Fotografía 2, por Gustavo Gálvez.



Huellas encontrada en sitio de anidación El Espino. Fotografía 3, por Gustavo Gálvez



Huella encontrada en sitio de anidación El Espino. Fotografía 4, por Gustavo Gálvez



Huella encontrada en sitio de anidación El Espino. Fotografía 5, por Gustavo Gálvez.

Anexo 3: Ubicación de nidos saqueados por lugareños.



Ubicación de nido “Cajete Ceiba” saqueado por pobladores. Fuente: Google Earth, 2025.



Ubicación de nidos “Tacachol” saqueados por pobladores. Fuente: Google Earth, 2025.

Anexo 4: Toma de variables biométricas de neonatos.



Toma de peso de neonatos.
Fotografía 6, Fuente; por Gustavo Gálvez.

Toma de longitud de neonatos.
Fotografía 7, Fuente; por Gustavo Gálvez.



Marcaje por método “corte de escamas caudales simples y dobles”. Fotografía 8, Fuente; por Gustavo Gálvez.

Toma de datos biométricos de neonatos con equipo de Guarda recursos. Fotografía 9, Fuente; por Gustavo Gálvez.



Anexo 5: Datos de marcaje de neonatos de 9 nidos incubados en el vivero.

Fecha de marcaje: 06/05/2024.			
Sitio de anidación: El Espino 1			
Huevos: 34		Eclosionados: 28	
	NIN	cm	g
1	463	25.3	66
2	464	26.1	68
3	465	26.9	67
4	466	26.1	67
5	467	26.9	66
6	468	26.1	67
7	469	25.9	65
8	470	26.5	69
9	471	26	71
10	472	25.9	64
11	473	26	61
12	474	26.9	67
13	475	26	65
14	476	25.9	65
15	477	26.1	64
16	478	26.1	63
17	479	25.9	64
18	480	26.1	69
19	481	25.9	66
20	482	26.1	65
21	483	26.5	65
22	484	28	65
23	485	26	61
24	486	27	68
25	487	26.5	65
26	488	26	64
27	489	26	61
28	490	27	67
29			
30			
Observaciones: 1. 6 huevos no eclosionaron. 2. 6 huevos con muerte embrionaria temprana.			

Fecha de marcaje: 09/05/2024			
Sitio de anidación: El Espino 2			
Huevos: 24		Eclosionados: 22	
	NIN	cm	g
1	501 A	27	74
2	561 A	28.3	68
3	532 A	27	76
4	570 A	27.8	73
5	552 A	27.5	75
6	521 A	25	76
7	562 A	27	76
8	571 A	26.8	74
9	522 A	27.5	73
10	500 A	25	68
11	402 A	25.7	75
12	524 A	26.5	81
13	511 A	27.5	74
14	506 A	27	76
15	531 A	26.5	79
16	590 A	28	73
17	500 B	27	72
18	532 B	27.3	63
19	532 B	27	73
20	521 B	27.8	74
21	561 B	27.5	70
22	772 B	25	71
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Observaciones: 1. 2 huevos sin embrión. 2. Marca atípica, se tomó la escama 11 después de la bifurcación con las letras del alfabeto para nombrar el código.			

Fecha de marcaje: 11/05/2024.			
Sitio de anidación: Tacachol 3			
Huevos: 18		Eclosionados: 7	
	NIN	cm	g
1	534	25	59
2	535	26	67
3	536	25.8	64
4	537	25.8	57
5			
6			
7			
Observaciones: 1. De 7 neonatos eclosionados, 3 presentaban anomalías congénitas y no se incluyeron en el marcaje. 2. 1 de los neonatos muertos carecía de mandíbula superior. 3. Los otros 2 neonatos muertos tenían hinchado el abdomen. 4. 6 huevos sin embrión. 5. 5 huevos con muerte embrionaria temprana.			

Fecha de marcaje: 11/05/2024.			
Sitio de anidación: Tacachol 1			
Huevos: 34		Eclosionados: 30	
	NIN	cm	g
1	538	26.8	74
2	539	25	68
3	540	26.7	76
4	541	27.1	73
5	542	26.2	75
6	543	26.5	76
7	544	25.9	65
8	545	27	74
9	546	26	73
10	547	26	68
11	548	27.1	75
12	549	26.9	81
13	550	26.5	74
14	551	26.8	76
15	552	27.5	74
16	553	26.7	73
17	554	25.8	72
18	555	27.2	74
19	556	27.5	76
20	557	26.4	73
21	558	26.5	76
22	559	27	75
23	560	26.3	76
24	561	26.6	73
25	562	27.2	76
26	563	26.8	76
27	564	26	70
28	565	26.4	72
29	566	26.7	78
30	567	26.9	73
Observaciones: 1. 4 huevos con muerte embrionaria temprana.			

Fecha de marcaje: 10/05/2024*			
Sitio de anidación: Tacachol 4			
Huevos: 28		Eclosionados: 27	
	NIN	cm	g
1	505	27	69
2	506	26	72
3	507	27	75
4	508	28.3	74
5	509	27	74
6	510	27.8	72
7	511	27.5	71
8	512	25	67
9	513	27	72
10	514	26.8	72
11	515	27.5	69
12	516	25	64
13	517	25.7	58
14	518	26.5	72
15	519	27.5	75
16	520	27	68
17	521	26.5	71
18	522	28	76
19	523	27	74
20	524	27.3	81
21	525	27	73
22	526	27.5	80
23	527	27.3	73
24	528	28	74
25	529	26.3	68
26	530	27.4	70
27	531	27.8	76
28			
29			
30			
Observaciones: 1. 1 huevo con muerte embrionaria temprana. 2. 2 neonatos se marcaron después debido a que les faltaba tiempo de incubación y nacieron luego.			

Fecha de marcaje: 25/05/2024.			
Sitio de anidación: Malibu			
Huevos: 14		Eclosionados: 7	
	NIN	cm	g
1	669	25.2	48
2	670	25.5	50
3	671	25.3	52
4	672	25.5	50
5	673	25	43
6	674	25.4	46
7	675	25.5	48
Observaciones: 1. 5 huevos con muerte embrionaria temprana. 2. 2 huevos sin embrión.			

Fecha de marcaje: 20/05/2024.			
Sitio de anidación: Costa Azul			
Huevos: 32		Eclosionados: 22	
	NIN	cm	g
1	532	26.1	64
2	533	25	64
3	568	25.4	62
4	569	24.5	60
5	570	25.3	59
6	571	21.7	47
7	572	24.3	58
8	573	24.5	61
9	574	26	64
10	575	24.8	62
11	576	25.9	63
12	577	23.4	59
13	578	24.2	62
14	579	25.1	63
15	580	24.5	58
16	581	26.7	67
17	582	25.7	65
18	583	22.5	58
19	584	26	64
20	585	26.2	63
21	667	25.5	57
22	668	21.7	56
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Observaciones:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. El día de la eclosión solo nacieron 20 neonatos, pero se observó que dos huevos aún tenían posibilidades de eclosionar, les faltaba tiempo de incubación. Se enterraron de nuevo y eclosionaron varios días después, por lo cual su número de marcaje es diferente (667 y 668). 2. La numeración pasa de 533 a 568 por un error en la marcación de la nidada anterior, por lo cual se debía completar la numeración restante. 3. 9 huevos con muerte embrionaria temprana. 4. 1 huevo sin embrión. 			

Fecha de marcaje: 22/05/2024			
Sitio de anidación: Tacachol 5			
Huevos: 36		Eclosionados: 28	
	NIN	cm	g
1	612	26.9	71
2	613	27.3	70
3	614	27.4	68
4	615	27.5	72
5	616	26.7	66
6	617	26.8	69
7	618	26.1	63
8	619	28.1	73
9	620	28.1	74
10	621	26.8	70
11	622	27.7	71
12	623	27	69
13	624	27.6	75
14	625	27.3	67
15	626	27.7	72
16	627	26.6	70
17	628	28.1	73
18	629	27.5	70
19	630	27.8	70
20	631	25.6	67
21	632	26.2	71
22	633	27.3	70
23	634	27	63
24	635	27.6	68
25	636	27	65
26	637	27.7	70
27	638	27.5	69
28	639	26.9	62
29			
30			
Observaciones:			
<ol style="list-style-type: none"> 1. El neonato marcado como 639 falleció. 2. Quedaron 5 neonatos pendientes de marcaje debido a visita del ministro de medio ambiente para realizar una demostración del proceso. 3. Del 635 al 639 se marcaron al siguiente día en la demostración. 4. 3 huevos con muerte embrionaria temprana. 5. 5 huevos sin embrión. 			

Fecha de marcaje: 25/05/2024.			
Sitio de anidación: Tacachol 2			
Huevos: 30		Eclosionados: 27	
	NIN	cm	g
1	640	26.3	68
2	641	28.2	74
3	642	26.7	73
4	643	27.7	71
5	644	28.1	74
6	645	27.8	72
7	646	26.9	73
8	647	27.1	69
9	648	27	69
10	649	28.9	74
11	650	27.9	74
12	651	27.4	72
13	652	27.3	70
14	653	27.6	72
15	654	27.5	71
16	655	27.3	70
17	656	28.2	76
18	657	27.6	73
19	658	28.3	76
20	659	27.6	72
21	660	28.2	73
22	661	27.8	72
23	662	27.7	72
24	663	27.3	69
25	664	27.6	76
26	665	27.4	72
27	666	23.8	58
28			
29			
30			
Observaciones:			
1. El neonato "660" se marcó de forma errónea como 7(Barra de Santiago), 6 (centena), 6 y 5 (decenas) y unidad 0.			
2. 3 huevos con muerte embrionaria temprana.			

Observaciones:

1. La temporada de búsqueda de huevos dejó un total de 12 nidos encontrados en los sitios de anidación, de los cuales 9 fueron reubicados al vivero del canal el zapatero y 3 (Costa Azul, Cajete 1 y Cajete 2) fueron dejados en el sitio (in situ).

Anexo 6: Formato de hojas de muestreo.

1-Encuesta realizada al equipo de Guarda recursos.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
DE OCCIDENTE.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN (ENCUESTA).**



Fecha: _____

Objetivo: Conocer la opinión de Guarda recursos en base a su experiencia respecto al uso del “calendario lunar” para estimar fechas de desove de hembras de Cocodrilo.

Indicaciones: Marcar con una “X” la respuesta que usted consideré correcta y justificar su respuesta donde es necesario.

1. Género: _____ 2. ¿Es originario de Barra de Santiago?
a) Masculino: _____ b) Femenino: _____ a) Sí _____ b) No _____
¿Grado académico que posee?: _____

3. ¿Cuántos años tiene de trabajar como Guarda recursos?
a) 0-5 _____ b) 6-10 _____ c) 11-20 _____ d) 21 o más _____

4. ¿Cuántos años tiene de trabajar con Cocodrilo?
a) 0-5 _____ b) 6-10 _____ c) 11-20 _____ d) 21 o más _____

5. ¿Tiene conocimiento del calendario lunar diseñado por Juan Pérez?
Sí: _____ No: _____

6. ¿Considera que los movimientos de las fases lunares tienen influencia en el desove de las hembras de Cocodrilo?

Sí: _____ No: _____
¿Por qué?: _____

7. ¿Considera que el calendario lunar es efectivo para estimar las fechas de desove de las hembras?
Sí: _____ No: _____

8. ¿Utilizan las fechas estimadas por el calendario para realizar recorridos en busca de huevos?
Sí: _____ No: _____

¿Por qué?: _____

9. ¿En la mayoría de recorridos que realizan para la búsqueda de huevos, tomando en cuenta las fechas establecidas por el calendario lunar encuentran nidos?
Sí: _____ No: _____

11. ¿Piensa que el calendario tendría buena aceptación con otros investigadores que trabajan con Cocodrilos?

Sí: _____

No: _____

¿Por qué?: _____

10. ¿Considera que el calendario lunar puede ser utilizado como una herramienta para estimar las fechas de desove y así aumentar la posibilidad de encontrar huevos antes que las personas los destruyan o roben?

Sí: _____

No: _____

¿Por qué?: - _____

12. ¿Recomendaría a otros investigadores utilizar el calendario lunar durante la temporada de desove de Cocodrilos?

Sí: _____

No: _____

¿Por qué?: _____

2-Formato para la toma de datos de nidos saqueados.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
DE OCCIDENTE.
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.**



HOJA DE MUESTREO PARA TOMA DE DATOS DE NIDOS ROBADOS.

Fecha:		Coordenadas:	
Sitio de anidación:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:	
Ancho (cm)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Distancia a primer vivienda (m)
			PP⁷
Observaciones:			

Fecha:		Coordenadas:	
Sitio de anidación:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:	
Ancho (cm)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Distancia a primer vivienda (m)
			PP
Observaciones:			

Fecha:		Coordenadas:	
Sitio de anidación:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:	
Ancho (cm)	Largo (cm)	Profundidad (cm)	Distancia a primer vivienda (m)
			PP
Observaciones:			

⁷ PP: Presencia de perros.

3-Formato para la toma de datos biométricos de neonatos.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.**



HOJA DE MUESTREO PARA TOMA DE MEDIDAS MORFOLOGICAS.

Fecha:				
Hora de inicio:			Hora de finalización:	
Sitio de anidación:				
Cantidad de huevos:			Huevos eclosionados:	
	NIN ⁸	Longitud (cm)	Peso (g)	Participantes:
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				Observaciones:
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				

⁸ NIN: Número de Identificación de Neonato.

4-Formato para huellas encontradas en sitios de anidación.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA



HOJA DE MUESTREO PARA HUELLAS.

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar	Presencia de huella	Longitud (cm)	Observaciones
Participantes:						

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar	Presencia de huella	Longitud (cm)	Observaciones
Participantes:						

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar	Presencia de huella	Longitud (cm)	Observaciones
Participantes:						

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar	Presencia de huella	Longitud (cm)	Observaciones
Participantes:						

Fecha	Hora de inicio	Hora de finalización	Lugar	Presencia de huella	Longitud (cm)	Observaciones
Participantes:						