

**IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL
CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA
COLOMBIANA**

MÓNICA ANDREA MORALES BETANCOURT

**Tesis para optar el título de
MAGISTER EN CIENCIAS AMBIENTALES**

Director

**FRANCISCO DE PAULA GUTIÉRREZ BONILLA
Universidad Jorge Tadeo Lozano**

Co-director

**CARLOS A. LASSO ALCALÁ
Coordinador Programa de Biología de la Conservación
y Uso de la Biodiversidad
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES
MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES
BOGOTÁ, D.C.
2014**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, D. C. 2014

AGRADECIMIENTOS

A Francisco de Paula Gutiérrez B. y Carlos A. Lasso A. por tenerme paciencia y compartir esta grata experiencia de construir día a día este proyecto.

Este proyecto no se hubiera podido lograr sin el apoyo de los investigadores que participaron en los talleres y compartieron su conocimiento e información, entre los que se encuentran : María Cristina Ardila-Robayo, Willigton Martínez Barreto y Robinson Manuel Suarez de la Estación de Biología Tropical Roberto Franco, Rafael Antelo (Fundación Palmarito), Fernando Trujillo (Fundación Omacha), Hernando Ramírez (Unillanos), Antonio Castro (Asociación Chelonia), Myriam Lugo, Joaquín Clavijo, Germán Galvis y Luis Fernando Anzola. A los investigadores venezolanos Andrés Seijas (UNELLEZ) y Omar Hernández (Fudeci).

Al igual que a las corporaciones ambientales regionales, Cormacarena (Mauricio Torres) y Corporinoquia, por el envío de los informes de los trabajos relacionados con el caimán llanero.

Al Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt, por apoyar todo el proceso mediante el suministro de información (cartografía), financiación para los talleres y apoyo técnico. Especialmente a las investigadoras Laura Carolina Bello, María Cecilia Londoño, Juan Carlos Bello, Liliana Corso, Juliana Agudelo, Lina Mesa y Marcela Portocarrero.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
1 ESTADO DEL ARTE	11
1.1 <i>Crocodylus intermedius</i>	11
1.2 Identificación y priorización de áreas para la conservación	16
1.3 Estrategias de conservación.....	16
2 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
3 OBJETIVO GENERAL.....	20
3.1 Objetivos específicos	21
4 HIPÓTESIS	21
5 ÁREA DE ESTUDIO.....	21
6 METODOLOGÍA.....	27
6.1 Distribución histórica.....	27
6.2 Distribución potencial.....	27
6.3 Identificación de áreas y estrategias para la conservación	29
6.3.1 Áreas de distribución.....	29
6.3.2 Requerimientos de hábitat, amenazas y oportunidades.....	29
6.3.3 Índice de Priorización de Áreas.....	31
6.3.4 Estrategias de conservación	31
7 RESULTADOS	32
7.1 Distribución histórica.....	32

7.2	Distribución potencial.....	35
7.3	Identificación de áreas y estrategias para la conservación.....	39
7.3.1	Identificación y selección de áreas.....	39
7.3.2	Índice de priorización de áreas (IPA)	40
7.3.3	Estrategias de conservación	42
8	Discusión	43
9	Conclusiones y recomendaciones	50
10	Bibliografía.....	52
ANEXOS		64
	Anexo I.....	65
	Anexo II.....	66
	Anexo III.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Crocodylus intermedius</i>	12
Figura 2. Cuenca del Orinoco.	22
Figura 3. Ecorregiones terrestres y acuáticas de la cuenca Orinoco.	23
Figura 4. Subcuencas hidrográficas de la Orinoquia colombiana.	24
Figura 5. Ciclo hidrológico de los principales ríos de la cuenca Orinoco.	25
Figura 6. Tipos de agua en la Orinoquia.	26
Figura 7. Distribución histórica de <i>Crocodylus intermedius</i>	34
Figura 8. Modelo 1 de distribución potencial de <i>Crocodylus intermedius</i>	35
Figura 9. Mapa de tipología de aguas de la cuenca Orinoco.	37
Figura 10. Modelo 2 de distribución potencial de <i>Crocodylus intermedius</i>	38
Figura 11. Ubicación de las áreas seleccionadas para la aplicación del índice de priorización de áreas.....	40
Figura 12. Áreas seleccionadas para la aplicación del índice de priorización de áreas, con la ampliación del polígono del bajo Meta (incluye el polígono del medio Meta).	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables climáticas.	28
Tabla 2. Número aproximado de pieles de <i>Crocodylus intermedius</i> extraídas en los diferentes ríos del Orinoco. Periodo: finales de los años 30 a comienzos de los 40	35
Tabla 3. Porcentaje de contribución de cada una de las variables al modelo 1	36
Tabla 4. Porcentaje de contribución de cada una de las variables al modelo 2	39
Tabla 5. Intervalos de clase (prioridades) y el valor del índice de priorización de áreas-IPA.....	40
Tabla 6. Resumen de la calificación de las áreas mediante las variables ambientales, amenazas y oportunidades, el valor del índice de priorización de áreas y el nivel de prioridad.	41
Tabla 7. Estrategias de conservación propuestas en las áreas de distribución geográfica de <i>Crocodylus intermedius</i>	42

RESUMEN

Crocodylus intermedius (Graves 1819) comúnmente denominado caimán llanero o caimán del Orinoco, es una especie endémica de la cuenca del Orinoco, con distribución en Colombia y Venezuela. Dentro de los Crocodylia del Neotrópico, es considerada la especie más amenazada y en Colombia se encuentra en la categoría de Peligro Crítico (C2a). Formulado en 1998 el Programa Nacional para su conservación se propuso en éste como actividad inicial la identificación de los hábitats potenciales para la reintroducción y conservación de la especie. Es por ello que éste trabajo tiene por objetivo identificar las áreas y estrategias para la conservación del caimán llanero en la Orinoquia colombiana, a partir del conocimiento sobre su distribución geográfica (histórica y potencial) y mediante la utilización de modelos e índices basados en variables biológicas, físicas y antrópicas. Como resultado, se estableció la distribución histórica, potencial y se diseñó un índice de priorización de áreas (IPA). De las 23 áreas seleccionadas, se identificaron cinco con un grado de prioridad alto, destacándose los sistemas Lipa-Ele-Cravo Norte y Duda-Losada-Guayabero. Como prioridad media se reconocieron 11 áreas y siete con prioridad baja. Para cada una de ellas se discute y propone cuál es la estrategia más adecuada para la conservación de la especie.

Palabras claves: *Crocodylus intermedius*, conservación *in situ*, especies amenazadas, cuenca del Orinoco, modelos de distribución potencial, hábitats potenciales.

ABSTRACT

Crocodylus intermedius (Graves 1819) is known commonly as “caimán llanero” or “caimán del Orinoco”. It is endemic specie of the Orinoco basin within Colombia and Venezuela. As part of neotropical Crocodylia, it is consider as the most threatened species, and in Colombia is categorized as Critically Endangered (C2a). In the National Program for the species conservation, elaborated in 1998, it was proposed that the first activity should be the identification of potential areas for its reintroduction and conservation. This is why this work objective is to identify areas and strategies for the “caiman llanero” conservation in the Colombian Orinoco. It is based on the knowledge of the species geographical distribution (historical and potential), modeling and index calculation that are based in biological, physical and anthropic variables. As a result historical and potential range was establish and a prioritization index of areas (IAP – in Spanish) was design. Of the 23 areas selected, five were identified with a high priority level; from these Lipa-Ele-Cravo Norte and Duda-Losada-Guayabero systems stand out. There were also 11 areas identifying in the medium level and seven at the low priority. There is a discussion and conservation strategy proposal for each area.

Key words: *Crocodylus intermedius*, *in situ* conservation, threatened species, Orinoco basin, potential distribution model, and potential habitats.

INTRODUCCIÓN

Colombia y Brasil son los países que tienen el mayor número de especies de crocodílicos, seis de las 23 que se conocen a nivel mundial.

Los cocodrilos son elemento fundamental en los ecosistemas donde habitan, pues al tener hábitos carnívoros, contribuyen con el funcionamiento y dinámica de los ecosistemas al regular los patrones de abundancia de las poblaciones presa y la riqueza de las comunidades. Adicionalmente, cumplen un papel fundamental en el ciclo de nutrientes, pues la disposición de sus excrementos en los ríos y planicies de inundación, contribuyen como fuente de nutrientes para las algas y el zooplancton, los cuales a su vez, son alimento para varias especies ícticas que utilizan estos ecosistemas como sitios de alimentación, reproducción y crecimiento (Alonso *et al.* 2008). También es importante destacar que los crocodílicos en áreas remotas son fuente de alimento para muchas comunidades rurales e indígenas. Finalmente, pueden ser fuente de trabajo a nivel local, mediante el ecoturismo, la zooturía y el rancheo, si esta última se hiciera de forma sostenible (Morales-Betancourt *et al.* 2013a).

En Colombia el orden Crocodylia incluye dos familias: Alligatoridae, con tres géneros y cuatro especies: *Melanosuchus niger* (caimán negro), *Caiman crocodilus* (babilla), *Paleosuchus trigonatus* (cachirre) y *Paleosuchus palpebrosus* (cachirre) y la familia Crocodylidae, que tiene un género y dos especies: *Crocodylus intermedius* (caimán llanero) y *Crocodylus acutus* (caimán aguja). De estas, tres se encuentran clasificadas con algún grado de amenaza: En Peligro (EN) el caimán negro y en Peligro Crítico (CR), el caimán llanero y el caimán aguja. Esto debido principalmente al sobre aprovechamiento al que fueron sometidas por el comercio de sus pieles en la primera mitad del siglo XX y a la pérdida del hábitat (Castaño-Mora 2002).

En el ámbito mundial, se ha demostrado que es posible la recuperación y manejo sostenible de las especies de crocodílicos que han llegado a estar al borde de la extinción. La recuperación de *Alligator mississippiensis* en los Estados Unidos demoró 20 años y un poco menos la de *Crocodylus porosus* en Australia (Ministerio del Medio Ambiente-MMA *et al.* 2002). En Argentina también se ha demostrado que con un buen programa de repoblamiento se puede llegar al aprovechamiento sostenible de caimanes (*Caiman latirostris*) (Prado 2001). En Venezuela desde la década de los 90 se han realizado con éxito programas de reintroducción de *C. intermedius* (Arteaga y Hernández 1996), logrando el establecimiento de una nueva población. Este hecho constituye un gran avance en la conservación de la fauna silvestre y acuática a nivel mundial, dado que fue la primera vez que se conformó una población estable de crocodílicos, partiendo exclusivamente de ejemplares provenientes de cautiverio (Antelo 2008).

En Colombia y como más adelante se analizará a fondo, la conservación de *C. intermedius* se inicia en 1968 por el Ministerio de Agricultura, al prohibir la caza y recolección de huevos, pero dado los diagnósticos y observaciones posteriores permitieron deducir que la medida no había servido, por lo que el Ministerio de Ambiente en 1997 declaró la especie en peligro de extinción y dictó medidas para su protección. En este sentido, en 1998 se formuló el Programa Nacional para la Conservación del caimán llanero, por parte del MMA, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH y la Universidad Nacional de Colombia, cuyo objetivo principal fue prevenir la extinción de la especie y promover su recuperación, para así contribuir a su conservación, integrándola a los sistemas económicos y culturales regionales (MMA *et al.* 1998).

El programa se planificó a diez años, y una de las actividades planteadas era la identificación de hábitats potenciales para acciones de reintroducción, lo cual debería estar implementado. Sin embargo, cumplido el plazo propuesto, aún no se sabía dónde comenzar a realizar tales acciones. Es por ello, que la presente investigación se propone identificar las áreas y las estrategias para la conservación de *C. intermedius* en la Orinoquia colombiana, a partir del conocimiento sobre su distribución (histórica y potencial) y mediante la utilización de modelos e índices basados en variables biológicas, físicas y antrópicas, procediendo a diseñar un índice de priorización de áreas como una herramienta de análisis, adaptado al nivel de información disponible.

1 ESTADO DEL ARTE

1.1 *Crocodylus intermedius*

A continuación se describen brevemente aquellos aspectos de la historia natural del caimán llanero (Figura 1) que son imprescindibles para la viabilidad de la especie en el medio natural: hábitat, alimentación y reproducción. Igualmente, se hace una reseña de los avances en su conservación.

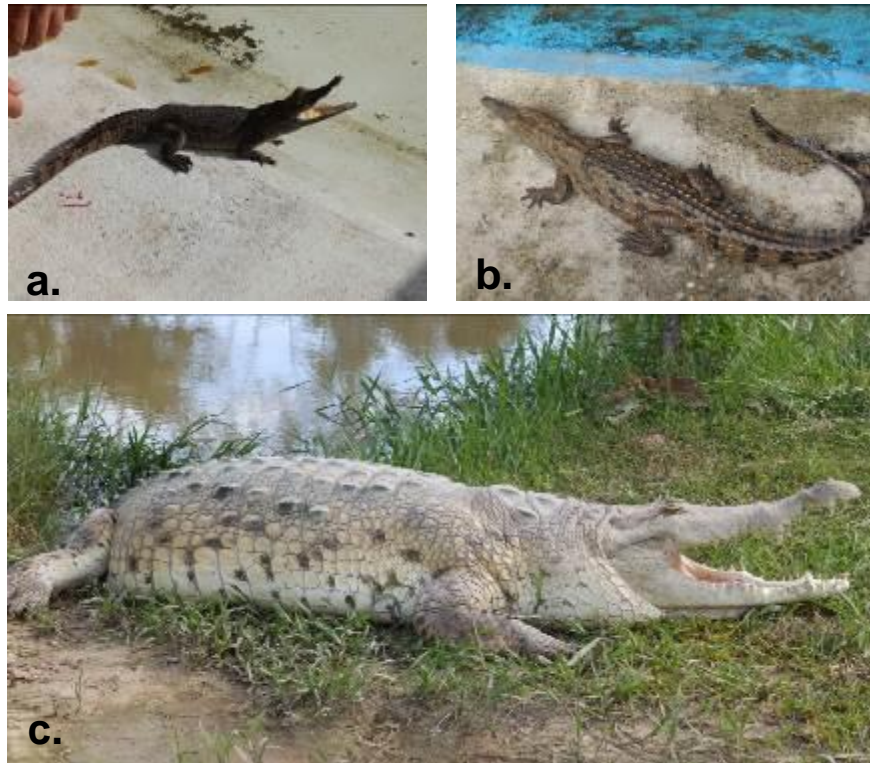


Figura 1. *Crocodylus intermedius*: a) neonato, b) juvenil y c) adulto.

Historia natural

Hábitat. El caimán llanero se encuentra en los cursos de agua de las tierras bajas de la cuenca del Orinoco (Antelo 2008) y con mayor abundancia en los grandes ríos y caños, generalmente hasta los 300 m s.n.m. (Seijas 2011), aunque Ramírez-Perilla (2000) señala como límite superior los 400 m s.n.m. También se encuentran en grandes áreas inundables como lagunas, meandros y pantanos cubiertos de vegetación acuática (Medem 1981). Los individuos mayores prefieren las aguas alejadas de la orilla, mientras que los de menor tamaño prefieren la interfase agua-tierra (Llobet 2002, Espinosa y Seijas 2010). Los subadultos suelen tener preferencia por hábitats cubiertos con vegetación acuática entre la que pueden protegerse (Antelo 2008). Los neonatos generalmente ocupan áreas cercanas a los nidos, en aguas tranquilas y cubiertas por vegetación acuática o ribereña (Thorbjarnarson y Hernández 1993, Barahona y Bonilla 1994, Bonilla y Barahona 1999, Llobet 2002, Antelo 2008).

Se ha observado que las poblaciones son más abundante en los ríos de aguas blancas (Thorbjarnarson 1987, Thorbjarnarson y Hernández 1992), aunque también se han visto en los ríos de aguas claras que se forman en las sabanas

llaneras (p. e. ríos Cinaruco-Venezuela y Vichada-Colombia) (Thorbjarnarson 1987).

Durante la época de estiaje los cocodrilos adultos y subadultos pueden utilizar cuevas localizadas en los barrancos o riberas de los ríos, que amplían excavando con el hocico y las patas delanteras mediante movimientos vigorosos del cuerpo y la cola, creando una corriente que ayuda a retirar el sedimento (Medem 1981, Thorbjarnarson 1987, Colvée 1999, Antelo 2008).

Los adultos tienen un área de patrullaje de dos kilómetros y se han identificado dos desplazamientos anuales, uno en época seca de las lagunas a los ríos y otro en época lluviosa, de los ríos a las lagunas (Medem 1981, 1983, Bonilla y Barahona 1999, Castro 2012, Clavijo y Fajardo-Patiño prensa a).

Alimentación. Los caimanes son exclusivamente carnívoros y obtienen sus presas mediante una estrategia de espera o cacería al acecho, especialmente dentro del agua. Se ha observado que se alimentan de vertebrados, entre los que se encuentran las tortugas (*Podocnemis unifilis*, *Podocnemis vogli*, *Phrynops geoffroanus*); aves (*Phalacrocorax brasilianus*, *Anhinga anhinga*, *Ardea alba*, *Egretta caerulea*, *Bubulcus ibis*, *Butorides striatus*, *Phalacrocorax brasiliensis*, *Syrigma sibilatrix*, *Pilherodius pileatus*, *Nyctanassa violacea*, *Tigrisoma fasciatum*, *Tigrisoma lineatum*, *Botaurus pinnatus*, *Dendrocygna bicolor*, *Dendrocygna autumnalis*, *Dendrocygna viduata*); mamíferos como el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), saínos o cafuches (*Pecari tajacu*, *Tayassu pecari*), picure (*Dasyprocta fuliginosa*), lapa (*Cuniculus paca*), venado sabanero (*Odocoileus virginianus*), soche (*Mazama gouazoupira*); y peces de cuero como los bagres (*Sorubim lima*, *Pimelodus* sp., *Pseudoplatystoma orinocoense*, *Pseudoplatystoma metaense*, *Oxydoras niger*) o peces de escama (*Astyanax* spp, *Pygocentrus cariba*, *Prochilodus mariae* y *Mylossoma duriventre*); ocasionalmente consumen carroña (Medem 1958, 1981, Anzola et al. 2012). También pueden cazar animales domésticos como cerdos, perros y becerros pequeños, que se acercan a las orillas de los ríos y caños en la estación seca a beber agua o cuando ingresan a los cuerpos de agua a refrescarse (Clavijo et al. en prensa b). Por lo general, consumen mayor cantidad de alimento en el periodo de lluvias, y menos en la época seca que coincide con la postura y el cuidado de los huevos (Medem 1981).

Reproducción. La nidificación tiene lugar al comenzar la estación seca y los huevos eclosionan cuando el nivel del agua comienza a subir, al comienzo de la estación lluviosa (Medem 1958, Thorbjarnarson y Hernández 1993, Barahona y Bonilla 1996, Ardila-Robayo et al. 2002, Antelo et al. 2010, Anzola et al. 2012, Castro et al. 2012). Por lo general, la postura se realiza en grandes playas sin ninguna inclinación o en pequeños barrancos muy inclinados próximos a la vegetación ribereña, arbórea, arbustiva o herbácea (Thorbjarnarson 1987,

Thorbjarnarson y Hernández 1993, Llobet 2002). La altura de estos nidos con respecto al nivel del agua, varía aproximadamente entre uno y cinco metros (Bonilla y Barahona 1999). En caso de no haber suelos arenosos, pueden poner sus huevos en suelos de tipo arcilloso-rocoso (p. e. embalse de Camatagua) (Thorbjarnarson y Hernández 1993) o en suelos orgánicos como los de caño Rabanal (río Guárico) y el río Pao (Thorbjarnarson 1987).

Conservación

En Colombia las primeras medidas de conservación para la especie tienen su origen en la Resolución N° 411 de 1968 expedida por el Ministerio de Agricultura, que prohibió la caza y recolección de huevos de *C. intermedius*, pero dado que los diagnósticos y observaciones permitieron deducir que la medida no había servido, el Ministerio de Ambiente en 1997 expidió la Resolución N° 676 declarando a la especie en peligro de extinción en el territorio nacional y estableció medidas para su protección.

En 1998 se formuló el Programa Nacional para su conservación (Procaimán), por parte del MMA, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt-IAvH y la Universidad Nacional de Colombia, cuyo objetivo principal fue prevenir la extinción de la especie y promover su recuperación, para así contribuir a su conservación, integrándola a los sistemas económicos y culturales regionales (MMA *et al.* 1998). En 2002 la Dirección Nacional de Ecosistemas-Grupo de Biodiversidad del MMA, el IAvH y la Universidad Nacional de Colombia a través de la Estación de Biología Tropical Roberto Franco-EBTRF, reeditaron el documento actualizando "el estado de las poblaciones de la especie con sus problemáticas, limitantes y potencialidades y las acciones a seguir para su recuperación y conservación" (MMA *et al.* 2002).

Las acciones concertadas para la primera fase del programa que deberían realizarse en los siguientes diez años (sujetas al éxito de los eventos reproductivos y a la tendencia de las poblaciones en proceso de reintroducción), fueron: (1) recuperación de huevos y neonatos; (2) implementación de 1.200 m² de infraestructura para levante de 2.500 individuos; (3) identificación de hábitats potenciales para la reintroducción; (4) definición del protocolo para la de reintroducción; (5) monitorear las poblaciones reintroducidas y (6) intercambio internacional para la cooperación técnico-científica.

Respecto a la identificación de áreas potenciales para la conservación, se han desarrollado diferentes aproximaciones. Una a nivel binacional (Colombia-Venezuela), que incluyó un taller de expertos realizado en Venezuela (Arteaga *et al.* 1996), previo al Programa y como insumo para éste, y dos a nivel nacional: (a) taller realizado por MMA y EBTRF (MMA 2006) y (b) ejercicio realizado por la Asociación Chelonia (Asociación Chelonia y Corporinoquia 2012). A nivel departamental en Arauca, el MMA, la Universidad Nacional sede Orinoquia y

Corporinoquia, hicieron una primera evaluación de hábitats (Ardila-Robayo *et al.* 2008), la cual fue complementada posteriormente por la Gobernación de Arauca (Anzola *et al.* 2012).

A su vez, *C. intermedius* es considerada especie focal en el Plan de acción en biodiversidad en la cuenca del Orinoco-Colombia 2005-2015 (Correa *et al.* 2006). Siendo a su vez objeto de conservación en las cuencas de los ríos Guayabero y Duda, dentro del Plan de Manejo del PNN Sierra de La Macarena (Zárate *et al.* 2005), y en el PNN Tinigua (Arévalo y Sarmiento 2005).

En Venezuela aún antes de la realización de los censos, pero dada la evidencia de poblaciones altamente reducidas, se implementaron acciones para su conservación, siendo la Estación Biológica El Frío (EBEF), la primera institución en desarrollar en 1977 un programa de cría en cautividad, iniciativa que fue rápidamente adoptada por el Fundo Masaguaral en 1984 y al año siguiente por la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) y la Agropecuaria Puerto Miranda, en la década de los 90 y posteriormente por FUDECI en 2000, con la puesta en marcha de un zoológico en Puerto Ayacucho (Antelo 2012).

Con los resultados de las investigaciones y las acciones de conservación implementadas, en 1989 se promulgó el Decreto N° 2702 con el que se creó el Refugio de Fauna Silvestre, Reserva de Pesca y Zona Protectora Caño Guaritico, designado, entre otros fines, como zona piloto para la introducción de los caimanes mantenidos en cautividad. Al momento de declararse el Refugio, la población local de caimanes se había extinguido, por lo que el reto era conformar una población nueva partiendo de ejemplares cautivos.

La primera introducción oficial de caimanes al medio natural se llevó a cabo en abril de 1990 en la EBEF, aunque ya existían algunos individuos solitarios (2 o 3) que escaparon de las instalaciones de la EBEF en 1988-1989 (Lasso com. pers.). Desde entonces, la liberación se ha constituido una actividad rutinaria hasta el 2010, tanto en el Refugio como en el Hato el Frío (Antelo 2012). Según el mismo autor hasta el año 2010 se habían introducido en Venezuela 7.419 caimanes, lo que constituye un récord mundial. Al final los estudios *in situ* han permitido probar el establecimiento de una nueva población con al menos 400 individuos. Situación que se considera un éxito rotundo en la conservación de la fauna silvestre y acuática a nivel mundial, dado que permitió por primera vez establecer una población estable de crocódilidos partiendo exclusivamente de ejemplares criados en cautividad (Antelo 2008).

Finalmente, *C. intermedius*, está considerada como especie focal tanto en Colombia como en Venezuela, lo cual permite generar propuestas de trabajo binacionales (Hernández *et al.* 2011).

1.2 Identificación y priorización de áreas para la conservación

Para la evaluación, priorización y manejo de áreas de conservación, se cuenta con diferentes aproximaciones. A nivel de especie-hábitat se encuentra el Índice de Idoneidad de Hábitat (HSI por sus siglas en inglés), que en esencia está dirigido a la evaluación y manejo de los hábitats, y que tiene su origen en los procedimientos de evaluación del hábitat (Habitat Evaluation Procedures-HEP) desarrollados por el U. S. Fish & Wildlife Service (1981). El índice se ha aplicado a poblaciones de *Alligator* americano (*A. mississippiensis*) (Newson *et al.* 1987) y recientemente a las de *C. intermedius* (Asociación Chelonia y Corporinoquia 2012).

Los modelos de distribución de especies se han convertido en herramientas importantes en el desarrollo de planes de manejo y conservación (Ferrier 2002, Guisan y Thuiller 2005). Entre estos se encuentran, el de distribución potencial soportado en las relaciones de la especie con variables ambientales y métodos estadísticos, permitiendo predecir la distribución espacial en un área determinada (Guisan y Zimmermann 2000). Igualmente, existen protocolos para la selección de áreas de conservación (Margules y Pressey 2000), utilizando para ello, la mejor información posible y disponible, sobre los ecosistemas, el conjunto de amenazas, las metas de conservación establecidas, proveniente tanto de documentos (literatura científica y otros) como de la opinión de especialistas, que junto con el uso de un algoritmo de optimización, se convierte en una herramienta para la toma de decisiones (Klein y Cárdenas 2009), permitiendo seleccionar un portafolio de áreas prioritarias para la conservación.

En Colombia se han utilizado éste tipo de aproximaciones permitiendo la priorización de áreas para la conservación en la cuenca del Orinoco (Colombia-Venezuela) (Lasso *et al.* 2010, 2011), al igual que para *C. intermedius* en el departamento de Arauca (Anzola *et al.* 2012) y para la cuenca media del río Meta, los ríos Ele-Cravo Norte-Lipa, bajo río Meta y PNN Serranía la Macarena (MMA 2006).

1.3 Estrategias de conservación

Recuperación de poblaciones

La translocación ha sido la estrategia comúnmente utilizada para la recuperación de poblaciones. De acuerdo a la IUCN/SSC (2013), la translocación es el movimiento intencional de organismos de un sitio a otro, motivada bien por la reducción del tamaño de la población, cambios en el bienestar, intereses políticos, comerciales, recreativos o de conservación.

Los riesgos de una translocación son múltiples, pudiendo afectar en gran medida a las especies, las comunidades asociadas y las funciones de los ecosistemas, tanto en las zonas de origen como en las de destino, a lo cual se deben sumar los potenciales riesgos en torno al bienestar humano. Los factores sociales, económicos y políticos deben ser parte integral del análisis y diseño de la translocación. Estos factores influyen también en la ejecución y con frecuencia requieren un equipo eficaz y multidisciplinario, con experiencia técnica y social que represente todos los intereses (IUCN/SSC 2013).

De acuerdo a la IUCN/SSC (2013), cualquier translocación propuesta debería tener una evaluación completa de riesgos con un nivel de esfuerzo adecuado a la situación. Cuando el riesgo es alto y/o se mantiene la incertidumbre acerca de éste y sus impactos, no se debe proceder a realizar tal acción.

La translocación para la conservación debe tener como objetivo generar un beneficio medible para la conservación de las poblaciones y no sólo proporcionar beneficios al (los) individuo (os) trasladado (s). Esta comprende la restauración poblacional y la introducción para la conservación.

La restauración poblacional dependiendo el caso, comprende el reforzamiento poblacional y la reintroducción. El reforzamiento poblacional es el movimiento intencional y la liberación de un(os) organismo(s) en una población existente de la misma especie, teniendo como objetivo mejorar la viabilidad de la población, por ejemplo, mediante el aumento de tamaño de la población, o mediante el aumento de la diversidad genética o a través de la representación de los grupos demográficos específicos o etapas de desarrollo. Mientras que la reintroducción es el movimiento intencional y la liberación de un(os) organismo(s) dentro de su área de distribución geográfica en la que la especie ha desaparecido, persiguiendo restablecer una población viable dentro de su área de distribución nativa (IUCN/SSC 2013).

La introducción para la conservación es el movimiento intencional y la liberación de un(os) organismo(s) fuera de su área de distribución. Se puede dar en caso que la especie no cuente con la posibilidad de prosperar en su área de distribución nativa por lo que se recurre a la colonización asistida, la cual es el movimiento intencional y la liberación de un(os) organismo(s) fuera de su área de distribución para evitar la extinción de la población de la especie focal objetivo. Por otra parte, la introducción para el reemplazo ecológico, es el movimiento intencional y la liberación de un(os) organismo(s) fuera de su distribución nativa para realizar una función ecológica específica (IUCN/SSC 2013).

En el caso de *C. intermedius* y para la presente investigación se estaría hablando de translocación para la restauración de la población, recurriendo tanto al

reforzamiento poblacional como a la reintroducción. Para esto es necesario tener en cuenta dos aspectos genéticos: la variación genética y la integridad genética.

La integridad genética se refiere al mantenimiento de la estructura filogeográfica natural (unidades evolutivas distintas) dentro de una especie, siendo importante que así permanezca al momento de proceder a la toma de decisiones respecto al cruzamiento de individuos, debido a que el cruce puede resultar en la disminución del “*fitness*” cuando pertenecen a unidades filogenéticas o evolutivas distintas, pudiendo ocurrir lo que se denomina depresión híbrida en los individuos (Templeton *et al.* 1986), que en la mayoría de los casos afecta el éxito esperado, dado que puede alterar la viabilidad de las poblaciones remanentes. Por lo tanto, cualquier translocación de individuos provenientes de otros lugares para fortalecer la viabilidad demográfica y genética (o refuerzo genético) deberá evaluar cuidadosamente y tener en cuenta la existencia de la estructura filogeográfica dentro de la especie (Bloor 2013).

La prioridad en el caso de una reintroducción es que la viabilidad, la persistencia y el número de individuos se establezcan y se reproduzcan con éxito, dejando en segundo plano el “cotejo” filogenético (Bloor 2013). La estrategia de reintroducir individuos de diferentes poblaciones que están adaptados a ambientes similares puede reducir la probabilidad de la endogamia y la depresión híbrida. Sin embargo, mientras que las predicciones teóricas de la depresión híbrida se entienden bien, en la práctica puede ser difícil decidir si los grupos diferentes merecen un manejo independiente (Edmands 2002, Edmands y Timmerman 2003, Edmands 2007).

Las consideraciones en cuanto a la variación genética están relacionadas con el tamaño de la población, la cual puede influir en la intensidad de la deriva genética, al igual que en la endogamia causada por el apareamiento entre consanguíneos (Frankham *et al.* 2002). Estos procesos tendrán mayores impactos sobre el “*fitness*” de la población, en la medida en que el tamaño de la población disminuye (Leberg 1993, Keller y Waller 2002, Keller *et al.* 2006). La deriva genética dará lugar a la pérdida aleatoria de alelos, conduciendo a disminución en la diversidad genética y al aumento de la homocigosis (Frankham *et al.* 2002). Y una homocigosis elevada puede causar aumento de la expresión de los alelos recesivos (Frankham *et al.* 2002, Keller y Waller 2002), debido a que éstos frecuentemente tienen efectos deletéreos, y disminuyen el “*fitness*” promedio de la población. Igual puede ocurrir el fenómeno conocido como depresión por endogamia, que reduce la viabilidad de la población (Keller y Waller 2002).

A diferencia de los programas de reforzamiento poblacional, los programas de reintroducción son especialmente propensos al efecto fundador, ya que generalmente se inician con la presencia de pocos individuos, lo que conlleva a pérdida de variación genética. Adicionalmente, los efectos de la deriva genética

pueden llevar a que la nueva población se diferencie rápidamente de las poblaciones de origen después del evento fundador (Williams *et al.* 2000, Sigg 2006, Snoj *et al.* 2007). Las reducciones en la diversidad genética producto del efecto fundador pueden ser contrarrestadas mediante la introducción de individuos de poblaciones genéticamente distintas (Moritz 1999, Sigg 2006).

Otra estrategia utilizada para la conservación los cocodrilos es la protección de las nidadas y levantamiento de neonatos. Se ha demostrado en poblaciones naturales que parte de las posturas de los caimanes se pierden por inundaciones (bastan 48 horas de humedad excesiva para dañar los huevos), depredación por animales silvestres o humanos y por otras causas antrópicas (Jiménez-Oraá *et al.* 2008), aspectos que justifican el rescate y la incubación *ex situ* de huevos con fines de conservación.

Áreas protegidas

Las áreas protegidas constituyen el elemento central para la conservación de la biodiversidad del país. En estas se reconocen dos categorías, las públicas (Parque Nacional Natural-PNN, Reserva Natural, Vía Parque, Área Natural Única, Santuario de Fauna, Santuario de Flora, Reservas Forestales Protectoras, Parque Natural Regional, Distrito de Manejo Integrado, Territorio Faunístico) y las privadas (Reservas Naturales de la Sociedad Civil) (Vásquez y Serrano 2009).

Los PNN dentro de su modelo de planeación y manejo, involucran el concepto de valores objeto de conservación (VOC), utilizado por The Nature Conservancy, tomándolo como referente sin que se convierta en el centro de los esfuerzos de planificación. Los VOC son un número limitado de especies, comunidades naturales o sistemas ecológicos que representan la biodiversidad de un paisaje a ser conservado o de un área protegida y que por lo tanto pueden ser utilizados en la medición de la efectividad de las medidas de conservación. Estos objetos de conservación sirven como filtro grueso o "sombrija" y una vez identificados y conservados aseguran la persistencia del resto de los componentes del ecosistema en sus dimensiones espacio-temporal. Valga anotar que *C. intermedius* es objeto de conservación en el PNN Sierra de La Macarena en las cuencas de los ríos Guayabero y Duda (Zárate *et al.* 2005), al igual que en el PNN Tinigua (Arévalo y Sarmiento 2005).

En Colombia, así como en la mayoría de países, los ecosistemas acuáticos están pobremente representados en las áreas protegidas. Si bien la mayoría de los gobiernos y la sociedad civil reconocen la importancia ecológica de los sistemas de agua dulce y la necesidad de protegerlos, las acciones dirigidas a su manejo y conservación son muy limitadas (Trujillo *et al.* 2013). Estos sistemas fluviales son considerados como vías de transporte con acceso público abierto, y por lo tanto con las mismas desventajas de los bienes comunes: todos tienen acceso pero

nadie asume la responsabilidad de su manejo, por lo que la fauna acuática se encuentra desprotegida.

2 JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia a nivel nacional y regional, a partir de la primera mitad del siglo XX hubo aprovechamiento intensivo de crocódilidos, asociado a la alta demanda internacional de la industria peletera. Las especies que por las características de sus pieles eran las de mayor interés, sufrieron mayor presión de caza. Este fue el caso del caimán aguja (*C. acutus*), el caimán llanero (*C.intermedius*) y el caimán negro (*M. niger*) (Castaño-Mora 2002).

Respecto a *C. intermedius*, Medem (1981) afirmó que la especie debía considerarse como “uno de los elementos faunísticos del país más amenazados y en peligro de una pronta extinción”. Con base en los censos poblacionales realizados entre 1994 y 1997, como ya se mencionó, el MMA expidió la Resolución N° 0676 de 1997 declarando la especie en peligro de extinción y se ordenaba la estructuración de un plan nacional para su recuperación y conservación. Por ende, se generó el Programa Nacional para la Conservación del caimán llanero (Procaimán) que tiene como objetivo promover la recuperación de las poblaciones en el área de distribución natural, para así contribuir en la recuperación a largo plazo de la especie, integrándola a los sistemas económicos y culturales de la región (MMA *et al.* 2002). La primera fase de este programa incluyó seis acciones específicas, todas enfocadas al reforzamiento poblacional. En la actualidad y pasado el plazo estimado para su ejecución, aunque existen algunos avances, ninguna de las metas propuestas se ha cumplido. Y una de las actividades era la identificación de hábitats potenciales para la reintroducción. Frente a esto, no existe certeza sobre dónde implementar acciones para la recuperación de las poblaciones, a pesar de que se han desarrollado diferentes aproximaciones para cumplir dicho objetivo.

3 OBJETIVO GENERAL

Determinar las áreas y estrategias para la conservación de *Crocodylus intermedius* en la Orinoquia colombiana, a partir del conocimiento de su distribución geográfica (histórica y potencial) y la utilización de modelos e índices basados en variables biológicas, físicas y antrópicas.

3.1 Objetivos específicos

- 1) Reconstruir la distribución histórica de *C. intermedius* en la Orinoquia colombiana y determinar con base en la información disponible, en qué áreas era más abundante.
- 2) Elaborar un modelo de distribución potencial para *C. intermedius*.
- 3) Determinar qué factores de origen antrópico afectan la distribución de *C. intermedius* en la actualidad y a futuro.
- 4) Identificar y priorizar las áreas, incluyendo hábitats potenciales, para la conservación de *C. intermedius*.
- 5) Diseñar un Índice de Priorización de Áreas (IPA) basado en variables biofísicas y antrópicas (amenazas y oportunidades).
- 6) Definir las estrategias para la conservación del caimán llanero: reintroducción, reforzamiento poblacional y/o el establecimiento de áreas protegidas.

4 HIPÓTESIS

H₀: En la Orinoquia colombiana existen áreas potenciales y viables para la conservación de *C. intermedius*.

H₁: En la Orinoquia colombiana no existen áreas potenciales y viables para la conservación de *C. intermedius*.

5 ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Orinoco es una cuenca binacional compartida entre Venezuela (65%) y Colombia (35%), con superficie de 991.587 km², de los cuales 347.165 km² están en territorio colombiano (Domínguez 1998) (Figura 2). El Orinoco es el tercer río más caudaloso del mundo. En sus 2.150 km recorre el Escudo Guayanés, la vertiente oriental de los Andes del Norte, la Cordillera de la Costa, la planicie de transición amazónica y las sabanas inundables y no inundables del oriente de Colombia y área central-oriental de Venezuela, donde finalmente por medio de un sistema deltaico se une al océano Atlántico (Rosales *et al.* 2010).



Figura 2. Cuenca del Orinoco. Fuente: Lasso *et al.* (2010).

Bajo un enfoque ecosistémico tanto de las ecorregiones terrestres como de los ambientes acuáticos, Rosales *et al.* (2010) reconocieron diez grandes regiones que incluyen los corredores ribereños: la Orinoquia guayanesa, la Orinoquia andina, la Orinoquia costera, la Orinoquia llanera, la altillanura orinoquense, la zona transicional Orinoco-Amazonas y los corredores ribereños inundables del cauce principal y sus afluentes: alto Orinoco, bajo Orinoco y delta del Orinoco (Figura 3).

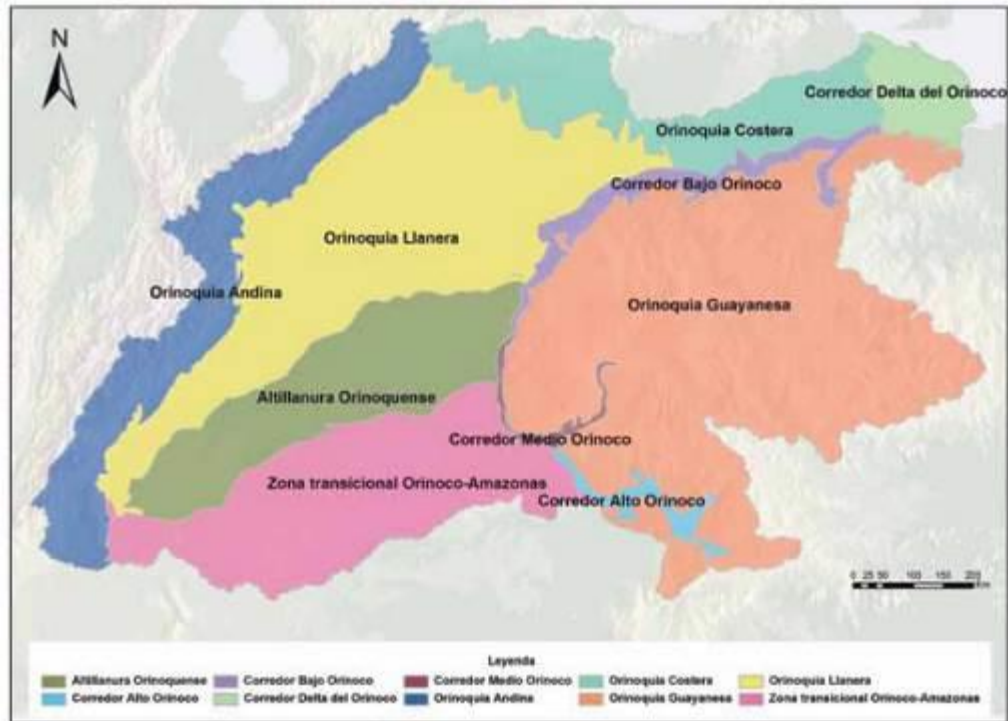


Figura 3. Ecorregiones terrestres y acuáticas de la cuenca Orinoco. Tomado de Rosales *et al.* (2010).

La Orinoquia colombiana

Desde el punto de vista administrativo, la cuenca del Orinoco ocupa en Colombia parte de los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Guainía, Guaviare, Meta, Norte de Santander, Santander, Vichada y Vaupés e incluye una parte del Distrito Capital.

A nivel hidrográfico está subdividida en las subcuencas Arauca, Bita, Capanaparo, Cinaruco, Guaviare, Inírida, Meta, Tomo, Tuparro y Vichada (Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez 2011) (Figura 4).

Según Ideam (2004) la escorrentía superficial de la cuenca son 19.230 m³/s representando el 27% del total del país; el rendimiento hídrico promedio es 55 l/s-km. Los mayores volúmenes de agua drenados en la cuenca son aportados por los ríos Guaviare (26%) y el Meta (20%). Entre los ríos más importantes o de mayor cauce están el Arauca, Guaviare, Inírida, Meta y Vichada

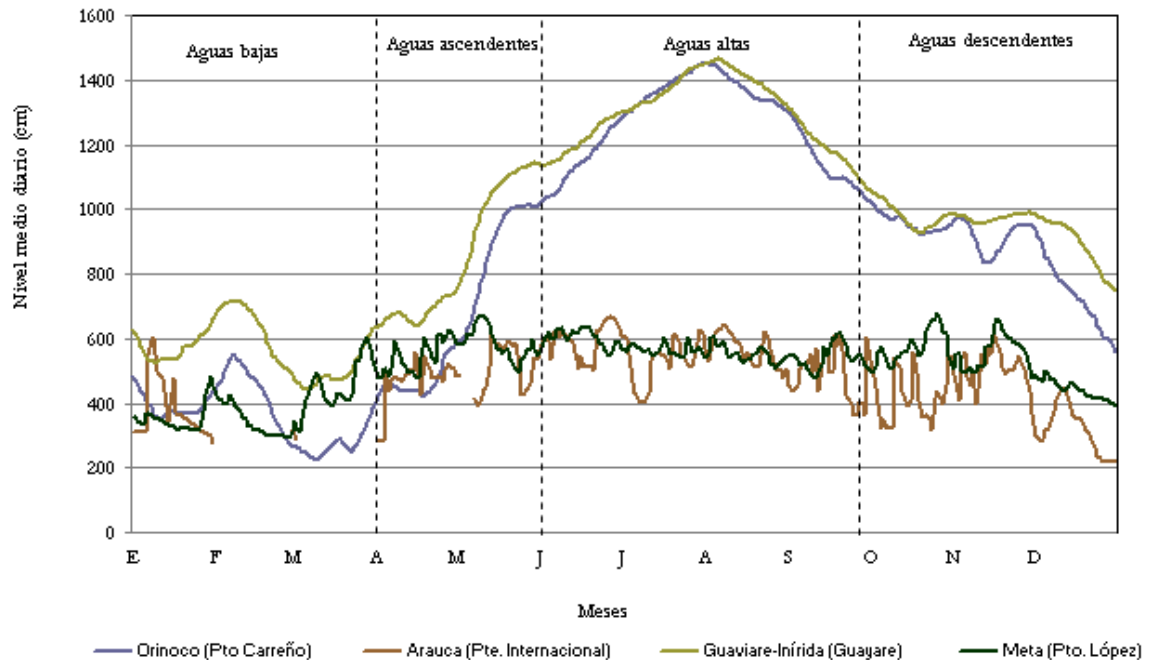


Figura 5. Ciclo hidrológico de los principales ríos de la cuenca Orinoco. Tomado de Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez (2011).

El Orinoco presenta tres tipos de aguas de acuerdo con la clasificación de Sioli (1975), diferenciadas básicamente en una primera aproximación desde el punto de vista óptico por su color: blancas (turbias), claras (más o menos transparentes) y negras (color té). Los de aguas blancas son los más productivos y ricos en nutrientes y electrolitos, con alta conductividad, pH cercano al neutro (6,2-7,2), debiendo su color a la apariencia turbia causada por la gran cantidad de sedimentos inorgánicos, arcillas ilitas y motmorillonitas que son transportadas desde los Andes hasta las llanuras aluviales (Lasso 2004). Ejemplos de estos son el Arauca, Casanare, Guaviare y Meta entre los más importantes (Figura 6a).

Los ríos de aguas claras provienen de zonas más bien planas, cubiertas de bosque que sirven para atenuar el efecto erosivo de las lluvias, que penetran entonces al suelo sin producir escurrimiento (Sioli 1975). Su color es transparente o verdoso, dependiendo su hidroquímica de las características del suelo por el que discurre. Tienden a enturbiarse en la estación de lluvias y su pH (4,5-7,8) es mayor que el de las aguas negras pero inferior al de las blancas (Lasso 2004). Son típicos del Escudo Guayanés y la altillanura (Rosales *et al.* 2010). Están en esta categoría los ríos Tomo, Bitá y Vichada (Figura 6b).

Los ríos de aguas negras, tienen su origen en la Orinoquia guayanesa o también en las penillanuras de origen Precámbrico, discurriendo sobre suelos arenosos de bosques inundables, derivándose su calificativo a causa de la gran cantidad de materia orgánica en descomposición que portan y que proceden de suelos de tipos podosoles o histosoles. Sus aguas son transparentes pero de un color oscuro parecido al del té. Tienen baja conductividad y un pH ácido debido al gran número de ácidos solubles procedentes de la materia orgánica, especialmente ácidos fúlvicos y húmicos (Sioli 1975, Lasso 2004). Por esas razones son menos productivos (oligotróficos) en relación a los ríos de aguas blancas y/o claras. Los ríos Inírida y Atabapo son de éste tipo (Figura 6c).

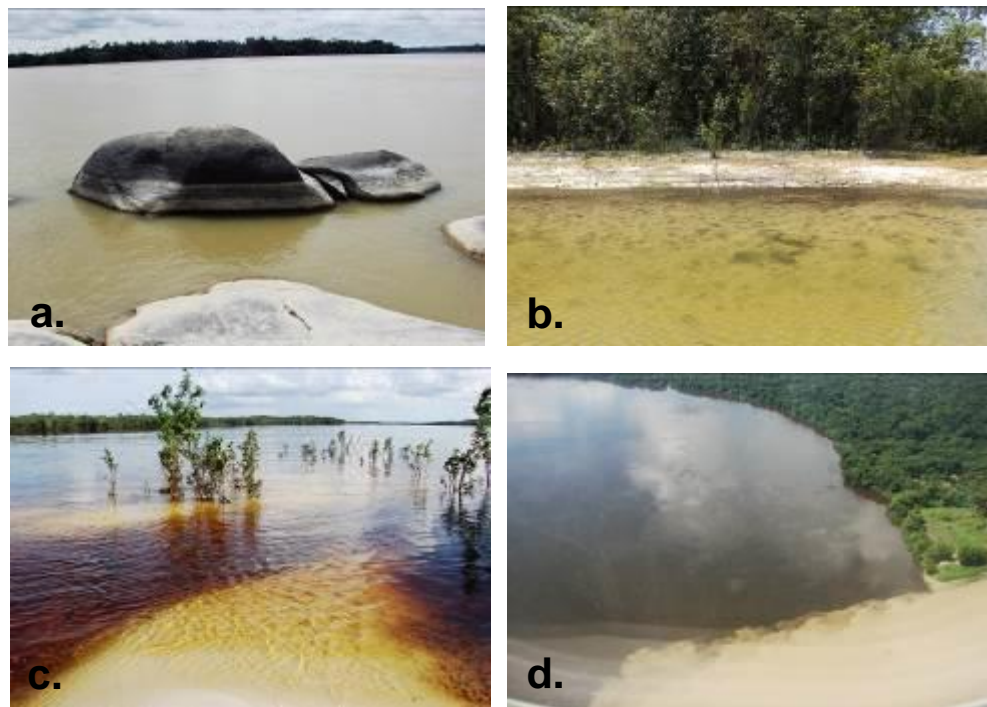


Figura 6. Tipos de agua en la Orinoquia. a) Río Guaviare (aguas blancas); b) caño Dagua (aguas claras); c) río Atabapo (aguas negras); d) confluencia río Inírida (negras) – Guaviare (blancas).

La hidroquímica (tipos de aguas según la clasificación anterior) es determinante en la distribución, abundancia y biomasa de la biota acuática, en especial de los peces (principal alimento de los caimanes), y por ende de la productividad del sistema. Es por ello que éste factor influye en parte, en la distribución del *C. intermedius* y otros crocodílidos en la Orinoquia.

6 METODOLOGÍA

6.1 Distribución histórica

Para la representar la distribución histórica de *C. intermedius*, se registraron los puntos de avistamiento provenientes de diferentes fuentes de información, como publicaciones científicas (Medem 1981, Castro *et al.* 2012, Clavijo *et al.* en prensa), literatura gris (Lugo y Ardila-Robayo 1998) y comunicaciones personales con investigadores (Rafael Antelo, Carlos A. Lasso). Para la digitalización de los mapas se utilizó el programa Argis 10.1. Y para determinar en qué áreas eran más abundantes se utilizó la información referente a las exportaciones de pieles antes de prohibirse su caza y comercialización (Medem 1981).

6.2 Distribución potencial

Existen en la literatura diferentes modelos que utilizan algoritmos para predecir la distribución potencial de especies. En ésta investigación se utilizó el programa MAXENT (versión 3.3.3.k), considerado el más eficiente y competitivo respecto a otros modelos predictivos (Elith *et al.* 2011). Las ventajas de MAXENT respecto a otros modelos, es que sólo requiere de datos de presencia, unidos a datos medioambientales seleccionados, pudiendo ser discretos o continuos e incorporando las diferentes interacciones entre las variables consideradas (Phillips *et al.* 2006).

Sí bien el objetivo de esta investigación es la Orinoquia colombiana, la especie tiene una distribución más amplia (Colombia-Venezuela), obedeciendo a diversos factores de índole biogeográfico y ecológico. Por esta razón, el modelo se aplicó al total del área de distribución, con el fin de obtener resultados más sólidos e ilustrativos.

Las variables que se utilizaron fueron: presencia de la especie como variable dependiente y la información climática, limnológica o hidroquímica (tipo de aguas: blancas, claras y negras) como variables independientes. La primera, se refiere a los sitios o localidades de colecta u observación de la especie, obtenidos para la construcción del mapa histórico, al que se le adicionaron los registros de los investigadores venezolanos (bases de datos de Andrés Seijas y Omar Hernández). En total se compilaron 654 registros de avistamientos para ambos países.

En cuanto a la información de clima, las capas de información fueron obtenidas del Wordclim (www.wordclim.org) y para mayor precisión se trabajó con la máxima

resolución (cuadrante 23; 30 arcossegundos). Siendo las variables climáticas las que a continuación se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Variables climáticas.

Variable	Significado
BIO 1	Temperatura media anual
BIO 2	Rango de la temperatura media diurna [(T ⁰ máxima-T ⁰ mínima) media mensual].
BIO 3	Isotermalidad [(Bio2/Bio7) x 100]
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar x 100)
BIO 5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO 6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO 7	Rango de temperatura anual (Bio5-Bio6)
BIO 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
BIO 9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO 10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO 12	Precipitación anual
BIO 13	Precipitación del mes más húmedo
BIO 14	Precipitación
BIO 15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO 16	Precipitación del trimestre más húmedo
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío

En cuanto a la información limnológica, se utilizó el tipo de agua de acuerdo a la clasificación de Sioli (1975): blancas, claras y negras. Para esto se construyó el mapa de tipo de agua consultando la información bibliográfica (Lasso 2004, Galvis *et al.* 2007), las bases de datos de variables limnológicas de algunas ONG (Fundación Palmarito) y la consulta con expertos.

Se aplicaron dos modelos, uno con las variables de presencia y clima (Modelo 1) y otro al que se le adicionó la variable tipo de agua (Modelo 2).

Los modelos fueron evaluados a través de la curva Operativa Característica del Receptor (ROC), calculando el área bajo la curva (AUC) (Fielding y Bell 1997). Los valores de AUC fluctúan de 0 a 1, donde 0 indica que el modelo no tiene poder predictivo, 1 significa una discriminación o un modelo perfecto y los datos por debajo de 0,5 una relación mucho menor a la esperada (Phillips *et al.* 2006).

6.3 Identificación de áreas y estrategias para la conservación

6.3.1 Áreas de distribución

Con base en los puntos de distribución del mapa histórico, se delimitaron polígonos que constituyeron las áreas de trabajo, ajustándolos mediante consensos surgidos en reuniones de trabajo con investigadores y expertos en la especie.

6.3.2 Requerimientos de hábitat, amenazas y oportunidades

Se analizaron cada una de las áreas de acuerdo a los requerimientos de hábitat de la especie (atributos ambientales) y la incidencia antrópica (amenazas y oportunidades). Para la selección de los criterios de evaluación se acudió a investigaciones previas (Arteaga *et al.* 1996, MMA 1996, Anzola *et al.* 2012, Asociación Chelonia y Corporinoquia 2012).

La calificación se hizo de acuerdo al conocimiento de los expertos, tanto de la especie como de la región (Anexo I). Se calificó como alta, media y baja según el caso. Como insumo se contó con información cartográfica, tanto de algunos atributos ambientales (p. e. presencia de playas, sinuosidad, etc.) como de uso del territorio (actividades antrópicas) (Anexo II).

Después de evaluar cualitativamente las variables, se procedió a convertir las calificaciones en datos cuantitativos, asignándoles un valor numérico a cada una (alto=3, medio=2, bajo=1, no hay información=0).

Requerimientos ambientales (RA). Son los atributos ambientales requeridos por la especie y fueron:

- 1) Número de playas. Se refiere al número de playas aptas para el asoleamiento y nidificación del caimán.
- 2) Sinuosidad. Presencia y número de meandros, como una medida indirecta de la complejidad de hábitat del cauce principal del río.
- 3) Estacionalidad y profundidad del cuerpo de agua. Se refiere a sí el cuerpo de agua es temporal o permanente (mantiene al menos una profundidad de 2 a 3 m durante la época seca).
- 4) Presencia de barrancas. Como hábitat ideal para que el caimán construya refugios y cuevas.
- 5) Vegetación ribereña. Se define como la presencia y cobertura de macrófitas acuáticas (sumergidas, emergentes y/o flotantes), que sirven de refugio a los neonatos y juveniles de la especie. Incluye el bosque inundable.

- 6) Presencia de lagunas y madrevejas. Número de lagunas y madrevejas (brazos o segmentos del cauce que pueden o no estar desconectados del río), disponibles en la planicie de inundación.
- 7) Nivel de anastomosis. Nivel de ramificación, conexiones, canales, etc., en la red de drenaje del río.
- 8) Disponibilidad de hábitat. Análisis general del área, de acuerdo a lo atributos ambientales.
- 9) Modelo de distribución potencial. Valoración del modelo de acuerdo a la probabilidad de las condiciones ambientales.
- 10) Presencia y abundancia de presas. Riqueza y abundancia (biomasa) de *ítems* alimenticios, en especial peces.
- 11) Tipo de aguas (blancas, claras y negras). Como una medida indirecta de la productividad del ecosistema.

Amenazas (A). Hacen referencia a la influencia antrópica sobre la especie que pueda constituirse en una amenaza actual a su supervivencia, agrupándose de la siguiente manera:

- 1) Ampliación de la frontera agropecuaria. Deforestación de la cuenca para actividades agrícolas y ganaderas, en especial en el plano de inundación.
- 2) Pesca incidental. Sí hay una actividad pesquera muy alta, la probabilidad de que los caimanes queden atrapados en los artes de pesca y se ahoguen será mayor.
- 3) Presión pesquera. Como medida indirecta de la reducción y disponibilidad del principal recurso alimenticio (peces) para los caimanes.
- 4) Desarrollo vial (terrestres). Rutas del fácil acceso al ser humano, que representan amenazas al hábitat del caimán y a la especie en sí.
- 5) Centros poblados. Estimado como la distancia a centros o lugares poblados, es indispensable para la especie pueda contar con zonas de densidades poblacionales bajas.
- 6) Tráfico fluvial. Medido como el número de embarcaciones -independiente de su calado- que transitan por los sitios donde se distribuye la especie.
- 7) Cambios en los cursos de aguas. Obras hidráulicas varias como diques, tapones, represamientos e hidroeléctricas, entre otras.
- 8) Proyectos mineros. Minería aluvial, a cielo abierto, dragados de los cauces, etc., tanto a pequeña como mediana y gran escala. Ejemplo: oro, coltrán, arena y piedras o grava para la construcción.

Por último, las oportunidades (O), que incluyeron cinco aspectos:

- 1) Presencia de áreas protegidas (Parques Nacionales Naturales-PNN). Baja: si no hay PNN; media: sí existen PNN y alta: sí hay PNN, con trabajos asociados a las poblaciones de *C. intermedius*.

- 2) Presencia de reservas privadas de la sociedad civil. Vistas como garantía para mantener poblaciones protegidas y viables.
- 3) Áreas priorizadas para la conservación. Baja: sí no hay priorización del área en trabajos anteriores; media: sí está mencionada como área prioritaria para el caimán o priorizada como área de conservación de acuerdo al taller binacional 2010 (Lasso *et al.* 2011) y alta: sí está priorizada en las dos situaciones anteriormente mencionadas.
- 4) Proyectos petroleros. A pesar que en el ámbito ambiental es vista como una amenaza, dado que causa impactos ambientales severos si por ejemplo ocurren derrames, en esta investigación es considerada una oportunidad, partiendo del hecho de que de las actividades económicas realizadas en el país, es la que está más reglamentada y controlada, y no ejerce por lo general un efecto directo sobre el cauce del río, salvo cuando ocurren derrames o vertimientos. Además, su impacto ambiental es compensado o mitigado por el apoyo financiero que brinda a las estrategias de conservación dentro de las normas ambientales y la política ambiental de la(s) empresa(s).
- 5) Avistamientos. Si hay poblaciones naturales viables, la calificación será alta; sí hay algunos individuos aislados, su calificación será media y sí no hay individuos, la calificación será baja.

6.3.3 Índice de Priorización de Áreas-IPA

Para la priorización de las áreas seleccionadas se diseñó el índice (IPA) que a continuación se relaciona:

$$IPA = (\sum RA/n) + (\sum O/n) - (\sum A/n)$$

Donde:

IPA= índice de priorización de áreas

RA= requerimientos ambientales

A= amenazas

O= oportunidades

n= número de variables

6.3.4 Estrategias de conservación

Las estrategias de conservación fueron determinadas de acuerdo a la información disponible. Considerándose de manera previa identificar: creación de áreas protegidas; translocación de individuos (reintroducción, reforzamiento poblacional) y/o protección de nidadas.

7 RESULTADOS

7.1 Distribución histórica

De acuerdo a la recopilación de información (Medem 1981, Lugo y Ardila-Robayo 1998, Castro *et al.* 2012, Clavijo *et al.* en prensa) y a las observaciones de los investigadores, se elaboraron los mapas de la distribución geográfica de *C. intermedius*. Al no existir un monitoreo o censos regulares de la especie, no se pudo organizar la información de una manera homogénea, por lo que se agrupó por la cercanía de fechas. Así, la figura 7a representa la información de los avistamientos realizados por Medem entre inicios de los años 50 a 1973; la figura 7b incluye los avistamientos realizados entre 1994-1995, información tomada dentro del censo nacional de Crocodylia; la figura 7c muestra las observaciones de 2004 a 2007 en el departamento de Arauca y finalmente, la figura 7d consigna los avistamientos más recientes (2010-2013).

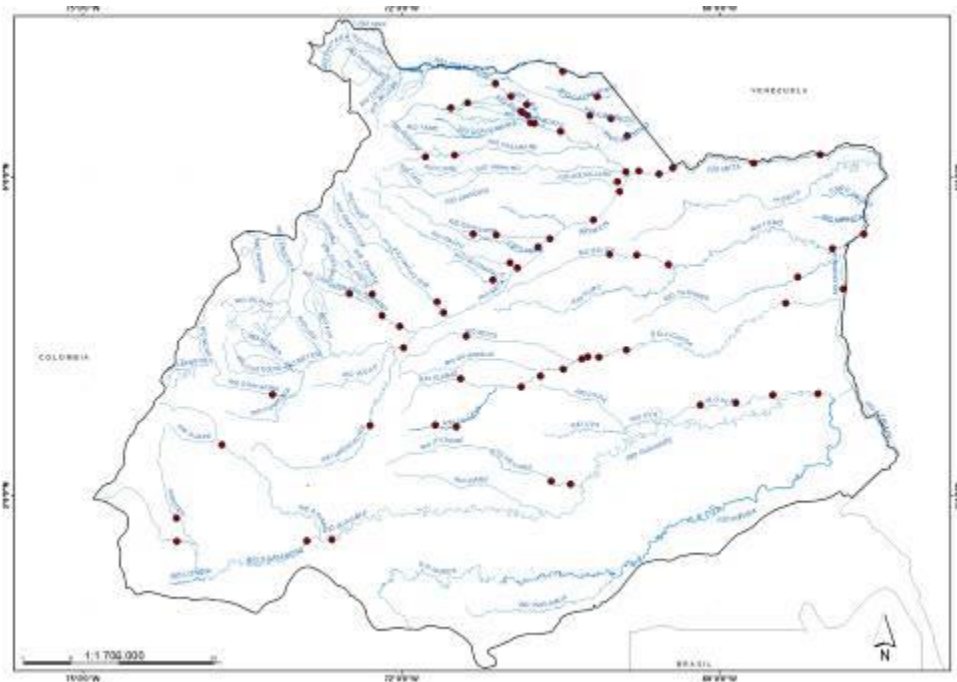


Figura 7a. Años 50 a 1973. Fuente: Medem (1981).

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

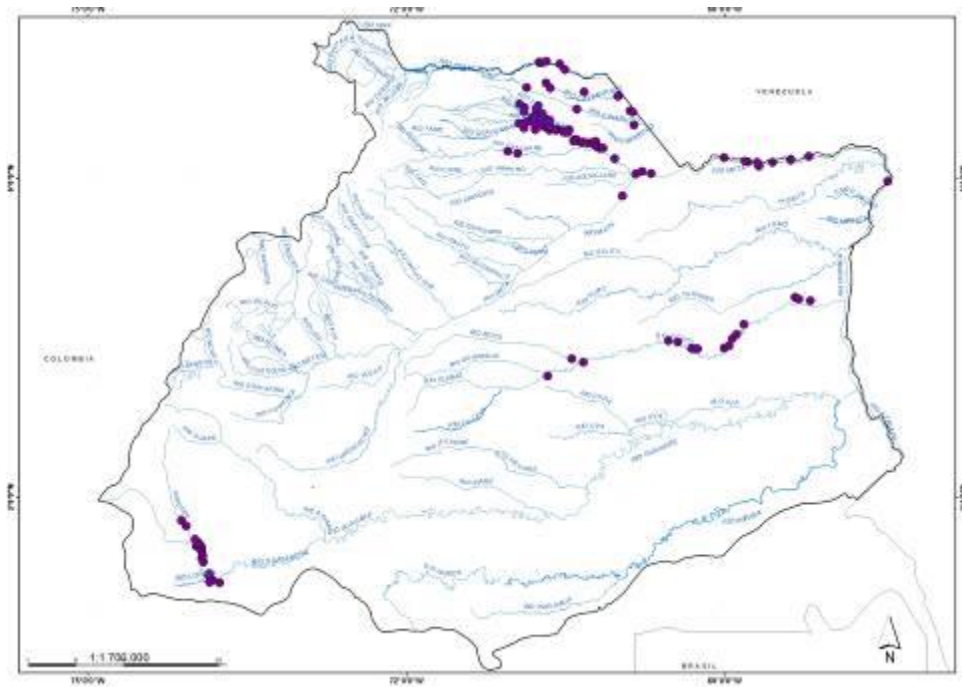


Figura 7b. Entre 1994-1995. Fuente: Lugo y Ardila-Robayo (1998), Clavijo *et al.* (en prensa).

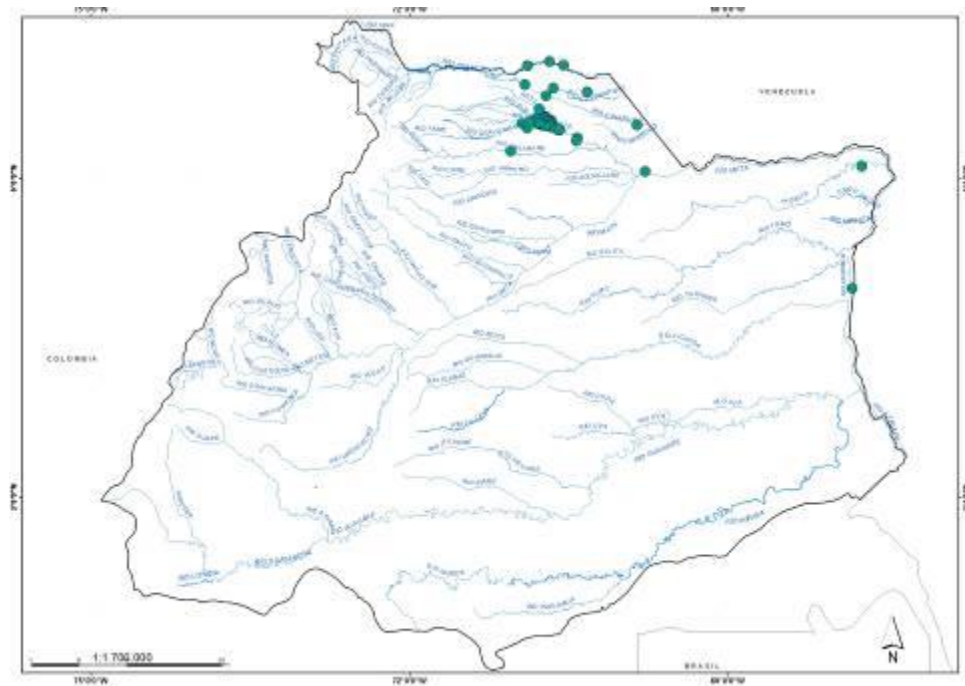


Figura 7c. Entre 2004 y 2007. Fuente: Clavijo *et al.* (en prensa).

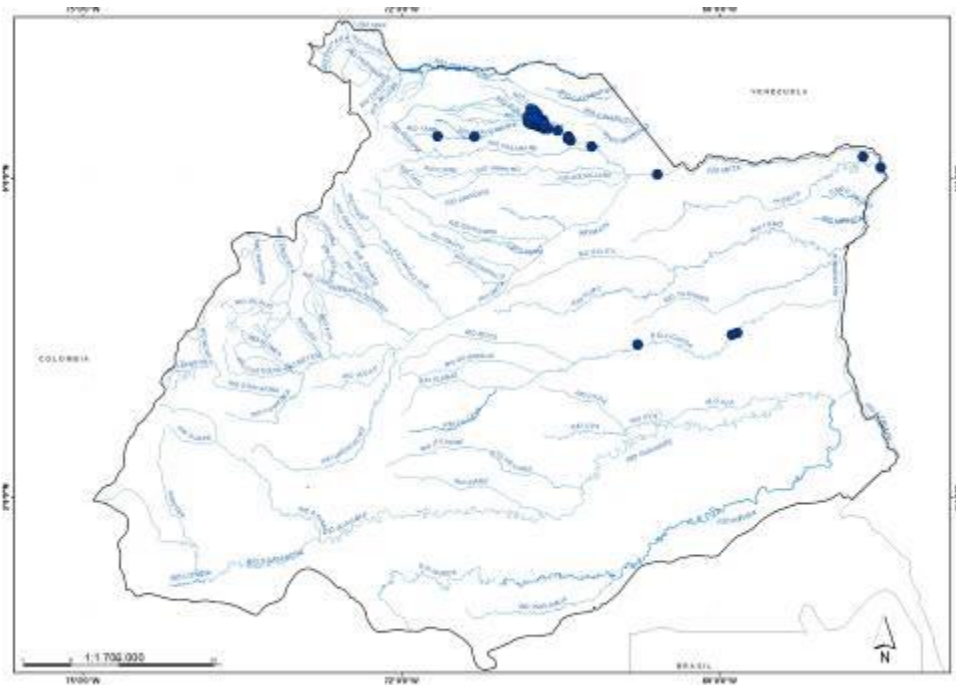


Figura 7d. Entre 2010-2012. Fuente: Castro *et al.* (2012), Clavijo *et al.* (en prensa), Antelo (obs. pers), Lasso (obs. pers.).

Figura 7. Distribución histórica de *Crocodylus intermedius*.

Los mapas reflejan más el esfuerzo de muestreo que la situación de las poblaciones. Se observa que en el departamento de Arauca, hay mayor esfuerzo de muestreo mientras que en los demás departamentos hay ausencia de muestreos. Ésta situación no permite hacer conclusiones sobre el estado de las poblaciones, siendo imposible determinar si han mejorado, si se han mantenido o si cada vez están más reducidas (en número) o restringidas (en área). Sin embargo, sí se puede mencionar que en los sistemas Lipa-Ele-Cravo Norte y Duda-Losada-Guayabero, en los ríos Vichada, la parte media del Meta, al igual que en las cercanías a Puerto Carreño (río Orinoco), la especie ha permanecido para el periodo evaluado.

Para determinar en qué áreas *C. intermedius* era más abundante antes de la sobreexplotación, se buscó la información publicada respecto a la extracción de pieles, como medida indirecta de la abundancia a esa fecha. En la tabla 2 se relaciona el número de pieles extraídas por ríos en la época de bonanza de la cacería, aclarando que no son estadísticas oficiales sino datos obtenidos por entrevistas realizadas por Medem (1981). De acuerdo a esta información se puede asumir que los ríos Meta y Casanare eran los que sostenían la mayor cantidad de individuos, aunque Medem (1981) mencionaba que en el río Arauca también era abundante.

Tabla 2. Número aproximado de pieles de *Crocodylus intermedius* extraídas en los diferentes ríos del Orinoco. Periodo: finales de los años 30 a comienzos de los 40. Fuente: Medem (1981).

Sistema	Número de pieles
Arauca, Capanaparo y Cinaruco	45.000-50.000
Meta y Casanare	150.000-154.000
Vichada	200
Guayabero-Guaviare y Ariari	40.000-50.000
Total aproximado	235.000-254.000

7.2 Distribución potencial

La aplicación del modelo 1 incluyó las 19 variables climáticas y los datos de presencia de *C. intermedius*. La salida gráfica del programa MAXENT arrojó como resultado el mapa que se muestra en la figura 8. El modelo presentó un AUC=0,86. De acuerdo al modelo de distribución potencial, se observa que en Colombia en la margen izquierda del río Meta hay una alta probabilidad de condiciones favorables para la presencia de la especie, disminuyendo hacia la parte suroriental.

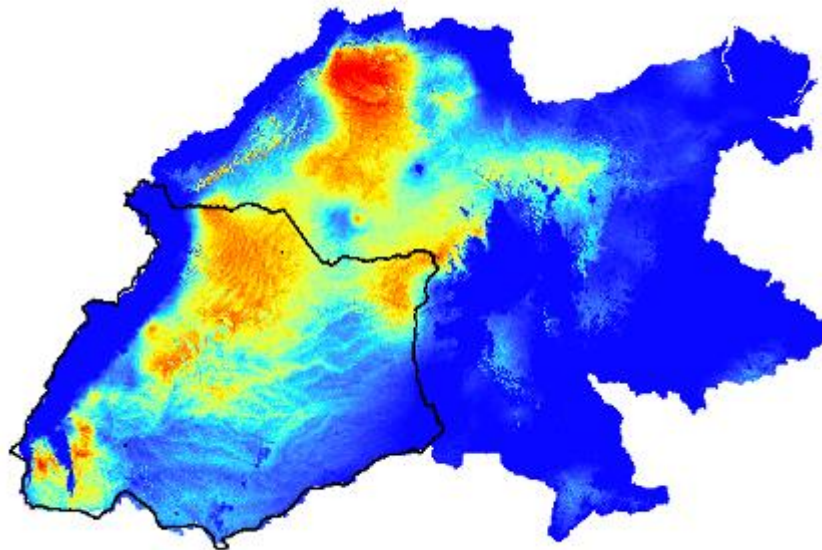


Figura 8. Modelo 1 de distribución potencial de *Crocodylus intermedius*. En la imagen se usan los colores para indicar la probabilidad de que las condiciones sean o son adecuadas. El rojo indica probabilidad alta de condiciones adecuadas para la especie, amarillo oscuro indica las condiciones típicas de aquellos lugares donde la especie se encuentra y las sombras más tenues de color azul indican baja probabilidad de condiciones adecuadas. En negro el límite de la Orinoquia colombiana.

En la tabla 3 se presenta el porcentaje de contribución de cada una de las variables. Las variables Bio14 (precipitación del mes más seco) y Bio15 (estacionalidad de la precipitación), fueron las que tuvieron mayor porcentaje de contribución al modelo.

Para aplicar el modelo 2 se construyó el mapa de tipología de aguas de la cuenca del Orinoco (Figura 9).

Tabla 3. Porcentaje de contribución de cada una de las variables al modelo 1.

Variable	Porcentaje de contribución
Bio 14	15,2
Bio 15	14,7
Bio 3	11,3
Bio 4	8,6
Bio 17	7,7
Bio 19	7,1
Bio 8	5,3
Bio 7	4,7
Bio 6	4,4
Bio 1	4
Bio 2	3,7
Bio 10	2,8
Bio 9	2,6
Bio 16	2
Bio 5	1,9
Bio 13	1,7
Bio 18	1,3
Bio 12	0,7
Bio 11	0,4

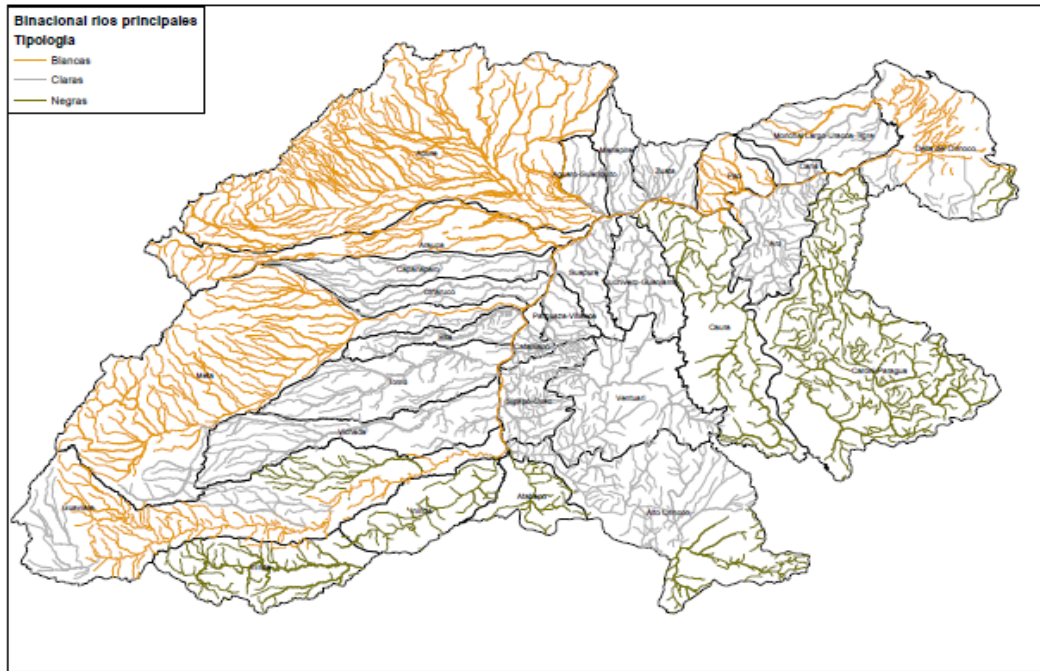


Figura 9. Mapa de tipología de aguas de la cuenca Orinoco. Elaboración propia.

El resultado para el modelo 2 que incluye la variable tipo de agua, se ajustó un poco mejor con un AUC= 0,93. La salida gráfica (Figura 10) muestra que en la Orinoquia colombiana, hay alta probabilidad de condiciones favorables para la especie en el departamento de Arauca, específicamente en el Sistema de ríos Lipa-Ele-Cravo Norte y su desembocadura al río Casanare, hasta llegar a la confluencia con el río Meta y en el río Arauca. Igualmente, en la parte baja del río Meta y su confluencia con el Orinoco, el río Tillava y en el sistema Duda-Guayabero, hay zonas con alta probabilidad, siendo estos ríos de aguas blancas. Por el contrario la zona al sur del río Vichada (aguas claras) y así como en este departamento presenta bajas probabilidades para la especie.

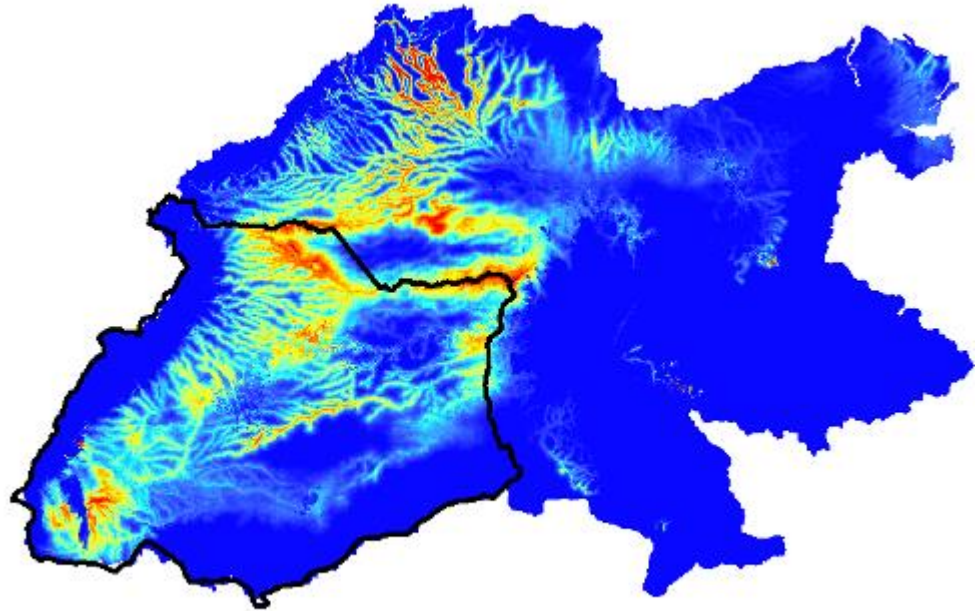


Figura 10. Modelo 2 de distribución potencial de *Crocodylus intermedius*. En la imagen se usan los colores para indicar la probabilidad de que las condiciones sean o no adecuadas. El rojo indica probabilidad alta de condiciones adecuadas para la especie, amarillo oscuro indica las condiciones típicas de aquéllos lugares donde la especie se encuentra y las sombras más tenues de color azul indican baja probabilidad de condiciones adecuadas. En negro el límite de la Orinoquia colombiana.

En la tabla 4 se presenta el porcentaje de contribución para cada una de las variables, observándose que las variables que más contribuyen son la distancia a ríos de aguas negras y a ríos de aguas blancas.

Tabla 4. Porcentaje de contribución de cada una de las variables al modelo 2.

Variable	Porcentaje de contribución
Aguas negras	18,5
Aguas blancas	18,4
Bio 4	16,6
Aguas claras	12,2
Bio 15	4,9
Bio 17	3
Bio 14	2,9
Bio 6	2,7
Bio 1	2,5
Bio 3	2,1
Bio 2	2,1
Bio 2	1,9
Bio 7	1,6
Bio 9	1,6
Bio 19	1,6
Bio 5	1,5
Bio 10	1,4
Bio 16	1,4
Bio 11	0,7
Bio 18	0,7
Bio 8	0,7
Bio 12	0,6
Bio 13	0,4

7.3 Identificación de áreas y estrategias para la conservación

7.3.1 Identificación y selección de áreas

De acuerdo a la distribución histórica del *C. intermedius*, se identificaron 23 áreas. Éstas fueron delimitadas por “polígonos” irregulares entre los puntos extremos de la distribución de la especie (Figura 11).

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

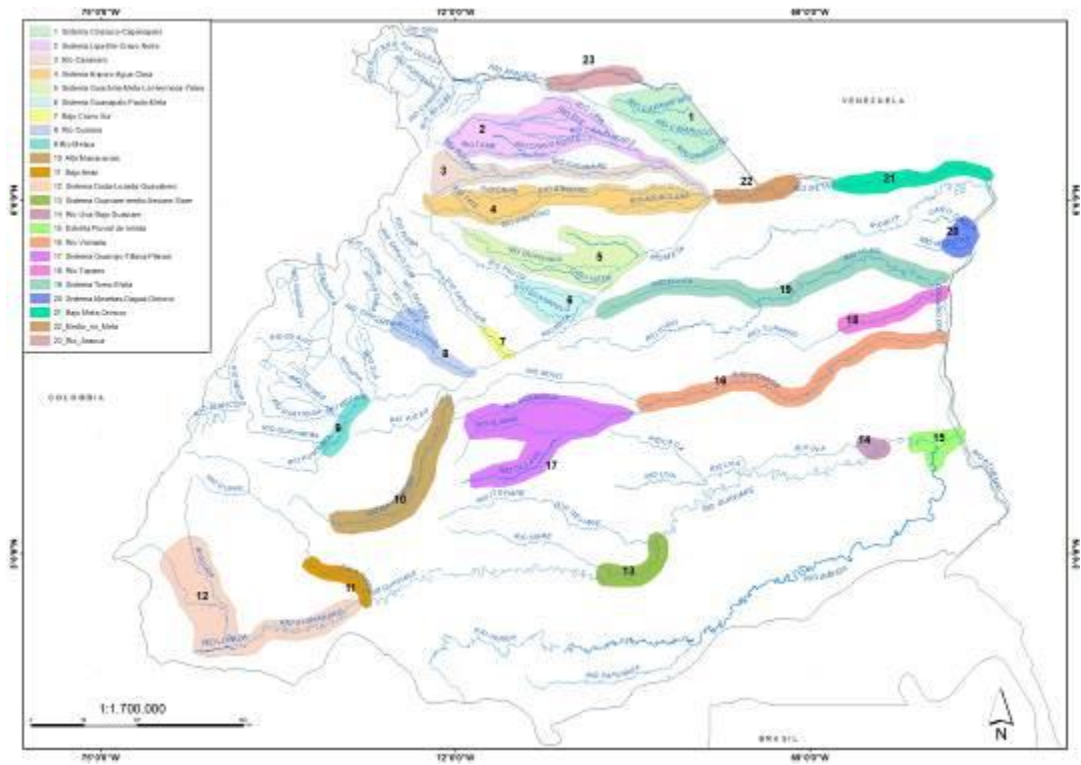


Figura 11. Ubicación de las áreas seleccionadas para la aplicación del índice de priorización de áreas.

7.3.2 Índice de priorización de áreas (IPA)

A las 23 áreas se les aplicó el IPA y para establecer el orden de prioridad, se agruparon los datos de acuerdo al intervalo de clases que se muestra en la tabla 5. De éstas, cinco presentaron grado de prioridad alto, resaltando el sistema Lipa-Ele-Cravo Norte y el sistema Duda-Losada-Guayabero. Con prioridad media se establecieron 11 áreas y siete con prioridad baja (Tabla 6). En el anexo III se presenta en detalle la calificación de las 23 áreas respecto a cada una de las variables.

Tabla 5. Intervalos de clase (prioridades) y el valor del índice de priorización de áreas-IPA.

Nivel de prioridad	IPA
Alto	2,6-3,5
Medio	1,7-2,6
Bajo	0,9-1,7

Tabla 6. Resumen de la calificación de las áreas mediante las variables ambientales, amenazas y oportunidades, el valor del índice de priorización de áreas-IPA y el nivel de prioridad.

Posición	Código mapa	Área	Ambiental	Amenazas	Oportunidades	IPA	Prioridad
1	2	Sistema Lipa-Ele-Cravo Norte	2,8	1,6	2,2	3,4	Alto
1	12	Sistema Duda-Losada-Guayavero	2,5	1,4	2,2	3,4	
2	10	Alto Manacacías	2,3	1,1	1,8	2,9	
2	1	Sistema Cinaruco-Capanaparo	2,4	1,3	1,8	2,9	
3	17	Sistema Guarrojo-Tillava-Planas	2,3	1,3	1,8	2,8	
4	18	Río Tuparro	2,0	1,1	1,6	2,5	
5	3	Río Casanare	2,2	1,9	2,0	2,3	Medio
6	13	Sistema Guaviare medio-Iteviare-Siare	2,5	1,5	1,2	2,2	
6	21	Bajo Meta-Orinoco (RN Bojonawi)	2,2	2,0	2,0	2,2	
7	4	Sistema Ariporo-Agua Clara	2,0	1,4	1,4	2,0	
7	23	Medio río Meta	2,1	1,9	1,8	2,0	
7	7	Bajo Cravo Sur	2,0	2,0	2,0	2,0	
7	6	Sistema Guanapalo-Pauto-Meta	2,1	1,6	1,5	2,0	
8	8	Río Cusiana	2,1	1,8	1,6	1,9	
8	19	Sistema Tomo-Elvita	2,1	1,4	1,2	1,9	
9	20	Sistema Mesetas-Dagua-Orinoco	1,8	1,4	1,4	1,8	
10	14	Río Uva-bajo Guaviare	2,1	1,8	1,3	1,6	Bajo
11	16	Río Vichada	1,6	1,5	1,4	1,5	
11	5	Sistema Guachiría-Meta-La Hermosa-Yatea	1,8	1,9	1,6	1,5	
12	11	Bajo Ariari	2,1	1,8	1,0	1,3	
12	9	Río Metica	2,1	2,4	1,6	1,3	
12	15	Estrella Fluvial de Inírida	1,9	1,9	1,3	1,3	
13	22	Arauca	2,3	2,8	1,4	0,9	

7.3.3 Estrategias de conservación

Para establecer la(s) estrategia(s) de conservación es indispensable contar con la caracterización de las poblaciones, que incluye número de individuos, clases de edad y proporción de sexos. De acuerdo con la información recopilada no se conoce el estado de las poblaciones en ninguna de las áreas. El caso más aproximado es el del sistema Lipa-Ele-Cravo Norte, para la cual existe información del tamaño aproximado de la población (111 individuos), (aunque no se cuenta con la caracterización) y eventos reproductivos (Clavijo *et al.* en preparación).

En la tabla 7 se muestran las posibles estrategias a implementar, aclarando que es indispensable realizar una caracterización poblacional antes de tomar cualquier decisión. Igualmente, se señalan las áreas que no se consideran de especial importancia para la especie dado que el análisis de la zona no le es favorable.

Tabla 7. Estrategias de conservación propuestas en las áreas de distribución geográfica de *Crocodylus intermedius*.

Estrategia	Área
Protección de nidadas	Sistema Lipa-Ele-Cravo Norte. Posiblemente, aunque se requerirán estudios poblacionales, en el sistema Guayabero-Duda-Losada, río Manacacías, sistemas Guarrojo-Tillava-Planas.
Reforzamiento poblacional	Posiblemente pero sujeto a estudios más profundos. Aplica a río Vichada, río Meta, sistema Cinaruco-Capanaparo.
Reintroducción	Ríos Tuparro, Tomo.
Área protegida	Río Manacacías, río Casanare, sistema Cinaruco-Capanaparo, sistema Lipa-Ele-Cravo Norte.
No apta	Estrella Fluvial de Inírida, río Uva-bajo Guaviare.

Por otra parte, se procedió a un ajuste en las áreas de trabajo. Así, el bajo Meta-Orinoco (RN-Bojonawi), el bajo Cravo Sur y el medio río Meta en vez de considerarlas individualmente, se podrían considerar como un continuo, es decir, extendiendo un polígono desde el río Cravo Sur por todo el río Meta como una sola área conectada con el río Orinoco hasta RN-Bojonawi (Figura 12), puesto que presentan en conjunto una oportunidad de trabajo alta, como se discutirá posteriormente. En adelante se denominará para efectos de análisis: río Meta.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

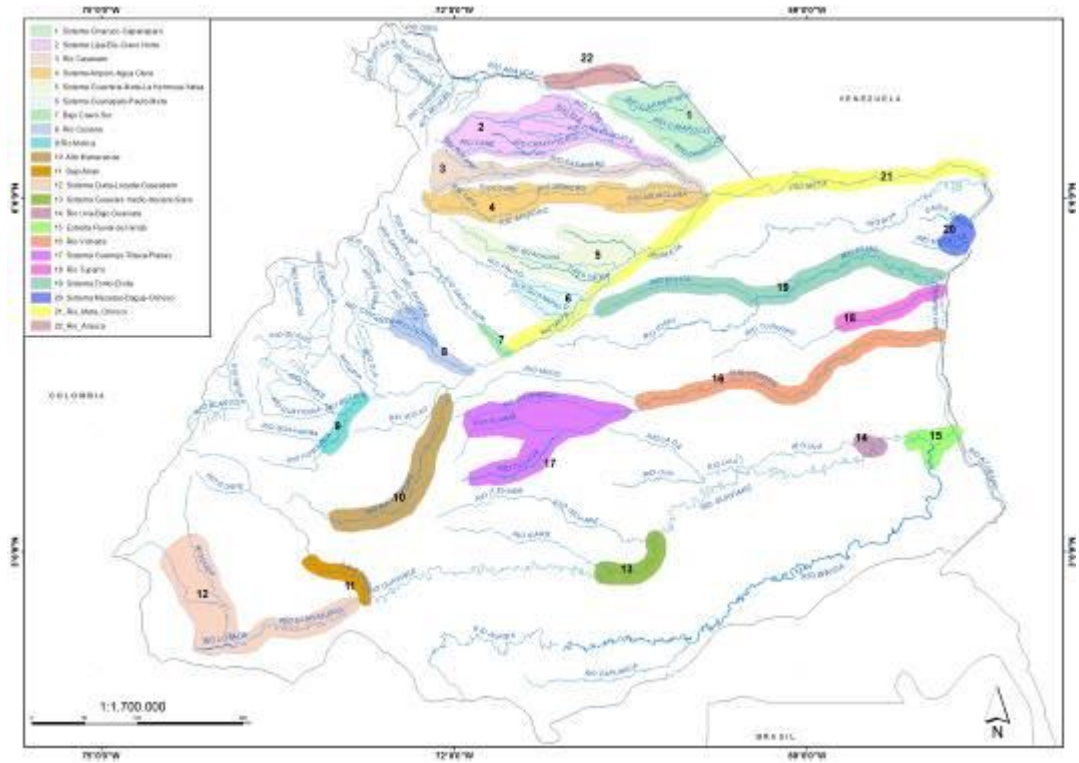


Figura 12. Áreas seleccionadas para la aplicación del índice de priorización de áreas, con la ampliación del polígono del bajo Meta (incluye el polígono del medio Meta).

8 Discusión

La distribución histórica de *C. intermedius* muestra grandes vacíos de información en los ríos ubicados al margen derecho del río Meta, en el departamento del Vichada, al igual que en el río Guaviare. Se expresa como vacío de información puesto que la ausencia de avistamientos refleja la falta de muestreos y no necesariamente la ausencia de individuos. Se observa como los pocos muestreos se tienden a realizar en aquellas zonas donde de acuerdo a la literatura existían los relictos poblacionales más importantes del país. De acuerdo a Medem (1981) y Lugo y Ardila-Robayo (1998), los relictos poblacionales más importantes se encontraban en el departamento de Arauca en el sistema Lipa-Ele-Cravo Norte, en el departamento del Meta, en el sistema Duda-Losada-Guayabero, en el río Vichada y en el medio río Meta. Desafortunadamente, no se puede decir cómo ha sido el comportamiento poblacional (reducción, aumento o mantenimiento de las poblaciones), a lo largo del tiempo en las demás áreas de distribución, dado que no se han realizado investigaciones recientes.

Esta tendencia a realizar más esfuerzos de muestreo en los sitios donde la especie en el pasado contaba con registros de mayor abundancia, está generando un sesgo en la información, puesto que después de casi 20 años de realizado el último censo, la situación debe haber cambiado. No se conoce cómo ha evolucionado la especie en aquellos sitios donde sólo se contaba con pocos registros. Por ejemplo, en el río Manacacías en el censo realizado entre 1994-1995, los investigadores no hicieron observaciones y los lugareños mencionaban la presencia de sólo ocho individuos (Lugo y Ardila-Robayo 1998), pero a la fecha y según las entrevistas realizadas por la EBTRF a los lugareños, se podría suponer que la especie se está recuperando, puesto que mencionan la presencia de muchos individuos en las lagunas (EBTRF com. pers.), información que se debe comprobar y precisar con muestreos en la zona. Esta última información (presencia en las lagunas) es otra limitante, ya que los recorridos en los censos tienden a realizarse en la época seca y en el cauce principal, dejando por fuera los individuos que quedan aislados en las lagunas y madre viejas de la planicie inundable en esta época del año (Martínez com. pers.).

En cuanto al modelo de distribución potencial, ambos modelos arrojan una probabilidad alta de condiciones favorables hacia la parte noroccidental de la cuenca del Orinoco, la cual va disminuyendo hacia la región suroriental.

El modelo 1 es un modelo convencional, pues emplea las variables seleccionadas comúnmente (presencia de individuos y datos climáticos) para éste tipo de análisis. Al incluir la tipología de aguas (blancas, claras o negras) en el modelo 2, éste muestra un mejor ajuste, puesto que la distribución de los organismos acuáticos está muy relacionada con la productividad de las aguas y por ende, de la disponibilidad de presas potenciales para una especie carnívora como *C. intermedius*. Igualmente, se espacializó el modelo con la herramienta Argis 10.1 y se hizo un corte (buffer) sobre los ríos, restringiendo el área de distribución a los cuerpos de agua, arrojando claramente la probabilidad de condiciones favorables en cada sistema. Ésta aproximación es muy relevante especialmente para los organismos acuáticos.

De manera general la probabilidad más alta de condiciones adecuadas está asociada con la región de la Orinoquia llanera (Figura 3). Esta región está conformada por ríos que discurren por las planicies altas y bajas desde el piedemonte andino (alrededor de los 200 m s.n.m.) hasta la confluencia con el Orinoco, a menos de 100 m s.n.m. (Rosales *et al.* 2010). En su mayor parte son ríos que se originan en los Andes y discurren por los Llanos (p. e. Meta, Arauca). Dichos ríos, inicialmente de aguas transparentes (origen andino), acarrearán cada vez más sedimentos recogidos a lo largo de la red de drenaje, provenientes de la erosión lateral terrestre, tornándose turbios (aguas blancas) y transportando cada vez más nutrientes (Rosales *et al.* 2010). Esto podría estar explicando la alta probabilidad de condiciones para la distribución de la especie en ésta zona, dado que una de las variables que más está aportando al modelo es la distancia a ríos

de aguas blancas (Tabla 2). Éste tipo de aguas contiene más nutrientes y por lo tanto son más productivos, lo que incide en la presencia de presas potenciales para la especie en todo su ciclo de desarrollo. Dicho patrón de aumento en la turbidez está asociado a una mayor concentración de sólidos suspendidos y disueltos (Lasso 2004) y directamente está relacionado con la mayor probabilidad de condiciones para la especie. En el mapa (Figura 10) se observa como la intensidad del color aumenta hacia la parte baja de los ríos que afluyen al río Meta (ríos Guapanapalo, Pauto, Guachiría). Así, en la parte baja del río Meta, donde se recogen los aportes de toda la cuenca, la probabilidad de condiciones favorables es alta. El río Cojedes (Venezuela) donde está la población más importante, es de aguas blancas, con un pH siempre cercano a la neutralidad (pH 7 a 8) (Seijas 1998), como el río Arauca con pH 6,7 (Yáñez y Ramírez 1988) y el río Meta con pH 7 a 8 (Base de datos Fundación Palmarito), característico de ríos con este tipo de aguas.

En la Orinoquia llanera se encuentran algunos ríos que nacen en las mismas planicies como el Capanaparo y Cinaruco (planicies eólicas) (Iriondo 1997), de aguas claras a negras. Al observar los dos modelos, en ésta zona se evidencia como los tipos de agua influyen en la modelación, ya que para el modelo 1 hay alta probabilidad de condiciones, pero al incluir la variable tipo de agua disminuye considerablemente. Precisamente la otra variable que está contribuyendo al modelo, es la distancia a los ríos de aguas negras, las cuales por el contrario, son muy pobres en nutrientes.

El tipo de agua es una variable que explica claramente la distribución de la especie, no obstante, la distribución está influenciada por los demás elementos de la cuenca. Por ejemplo, en el río Guaviare que es de aguas blancas y donde se esperaría encontrar una probabilidad alta de condiciones, los resultados de los dos modelos muestran muy baja probabilidad de condiciones favorables para *C. intermedius*. Éste hecho puede ser atribuible a que ésta zona presenta relictos del Escudo Guayanés, con suelos escasamente evolucionados, pobres en nutrientes y muy ácidos (Rosales *et al.* 2010), afectando así la productividad del río. Aunque el río Guaviare es un río de aguas blancas, éstas no son tan productivas y muestran conductividades más bajas (30 μ s) (Ideam 1995), que otros ríos típicamente de aguas blancas (p. e. Arauca, 120 μ s, Yáñez y Ramírez 1988). En todo el transcurso del río Guaviare hacia el Orinoco, los afluentes de la margen izquierda son ríos de aguas claras provenientes de suelos pobres de la altillanura, y los del margen derecho son de aguas negras del Escudo Guayanés (Galvis *et al.* 2007). Por otra parte, hacia la parte suroriental de la cuenca, gracias a la influencia de los vientos alisios del noreste, se presentan las precipitaciones más altas (2.500 a 3.500 mm), y allí se encuentra la zona transaccional Orinoco-Amazonas (Rosales *et al.* 2010). En el modelo 1 las variables que más están contribuyendo al modelo son precisamente la precipitación del mes más seco (Bio14) y la estacionalidad de la precipitación (Bio15). Según Gorzula *et al.* (1988),

la especie y sus poblaciones están asociadas a precipitaciones bajas (644 ± 1.797 mm).

De acuerdo al IPA, las zonas prioritarias para la conservación de *C. intermedius* serían el sistema Lipa-Ele-Cravo Norte, el sistema Guayabero-Duda-Losada, el río Manacacías, el sistema Cinaruco-Capanaparo y el sistema Tillava-Planas-Guarrojo.

El sistema Lipa-Ele-Cravo Norte es un área que mostró atributos ambientales apropiados. De igual manera, presenta aislamiento por falta de vías de comunicación en buen estado y transitables durante todo el año. Unido a esto la presencia de grupos armados subversivos, ha determinado que la región no cuente con el desarrollo de otras actividades que afecten de forma notoria la degradación directa de los tramos de cauces donde se distribuyen las poblaciones de caimán llanero.

De acuerdo a las actividades realizadas en proyectos anteriores, como en los talleres con las comunidades relacionados directa o indirectamente con el caimán, se concluye que éstas son receptivas respecto a las acciones propuestas de conservación (Anzola *et al.* 2012). Además, aunque no es completa (p. e. no hay información de proporción de sexos), se cuenta con una base de información poblacional. Por otra parte, en el sistema Lipa-Ele-Cravo Norte hay actividades de cacería y recolección de huevos. Estos tres elementos muestran la necesidad urgente de seguir con los trabajos en la región. De ahí, que desde el taller de expertos realizado en Venezuela (Arteaga *et al.* 1996) y los trabajos posteriores (MMA 2006, Anzola *et al.* 2012), se estableciera que es prioritario hacer trabajos respecto al cuidado de las nidadas y levantamiento de neonatos. Sin embargo, hasta la fecha no se han realizado esfuerzos en ese sentido. También es urgente gestionar recursos económicos para capacitar a las comunidades que podrían encargarse del manejo del centro de zootecnia de *C. intermedius*. Todas estas acciones requieren el acompañamiento técnico constante de Procaimán, y especialmente de la EBTRF, que cuenta con la experiencia y los protocolos para el mantenimiento *ex situ* de *C. intermedius*. También son necesarias campañas de sensibilización a la población local, puesto que la liberación de este tipo de animales -que normalmente generan temor- se convierte en tema de controversia y potencial captura y comercialización de los individuos.

Para poder realizar un proyecto de conservación de *C. intermedius* que tenga un resultado óptimo, es indispensable un trabajo a largo plazo, pues ésta especie y el resto de los crocodylidos son especies longevas que muestran resultados de recuperación en un plazo no menor a diez años, tal como ha ocurrido en otros países y en Colombia con el caimán aguja (*Crocodylus acutus*) en la bahía Cispatá (Córdoba) (Ulloa 2012). El programa en el departamento de Arauca ha contado con el apoyo de la Gobernación de Arauca y se podría considerar el apoyo por parte de las compañías petroleras que se encuentran en el departamento, para así acceder a recursos económicos que permitan mantener

actividades a largo plazo en *pro* del programa. Para esto es indispensable la gestión de la Secretaría Técnica de Procaimán.

El sistema Guayabero-Duda-Losada es un área óptima para la conservación de la especie, dado que presenta ecosistemas bien conservados y aptos, además que tienen el segundo relicto poblacional más importante en Colombia. Desafortunadamente, no se conoce en detalle, cuál es el estado poblacional del caimán (p. e. estructura de tamaño, proporción de sexos, eventos reproductivos, etc.), por la dificultad que significa realizar censos dadas las circunstancias de orden público y las dificultades de acceso a la zona. No obstante, esto ha constituido un elemento importante en la conservación de la población. En ésta zona, la EBTRF y el PNN Sierra La Macarena, están adelantando un proyecto piloto para la liberación de cuatro caimanes con teletransmisores, con el fin de estudiar sus desplazamientos. Para poder realizar ésta actividad es necesario contar con la consulta y aprobación de las comunidades aledañas al parque, acción que está en desarrollo. El que haya presencia institucional, trabajo con las comunidades y acciones de investigación, constituyen oportunidades para la conservación de la especie. Adyacente al PNN Sierra la Macarena, se encuentra el PNN Tinigua y ambos incluyen al *C. intermedius* como objeto de conservación, por lo que sería importante empezar a involucrar a la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales en el proceso y así contar con un área importante para la conservación de la especie.

Al no contar con información de abundancia, estructura poblacional o eventos reproductivos, es prácticamente imposible establecer con certeza si la población necesita un refuerzo poblacional, o si sólo se requiere de estrategias como la protección de nidadas, o si simplemente con que estén en un área protegida, se puede asegurar el mantenimiento de dichas poblaciones. Por ello, es indispensable empezar a caracterizar la(s) población(es) en el área, acción donde el papel de los PNN es fundamental.

El río Manacacías, es una zona que presentó la calificación más baja en cuanto a los impactos ambientales, cuenta con poblaciones aisladas y hábitats adecuados y en buenas condiciones, aunque no totalmente óptimos para el caimán. El río es de aguas claras con pocos nutrientes (Galvis *et al.* 2007). Tampoco hay presencia institucional ambiental, que apoye o lidere acciones para la conservación. No obstante, la Fundación Horizonte Verde ha adelantado algunos proyectos de investigación en la zona y existen Reservas Naturales de la Sociedad Civil (Ramírez *et al.* 2011). El área también ha sido priorizada (lugar número 10 de 28) para la conservación de la biodiversidad en los talleres binacionales de la Orinoquia (Lasso *et al.* 2011). Por estas razones, el establecimiento de un área de conservación sería la estrategia más recomendada. También es indispensable la caracterización de la población para establecer si se requiere reforzamiento poblacional o si con el establecimiento del área protectora es suficiente para que la población existente sea viable sin ninguna intervención.

El sistema Cinaruco-Capanaparo tiene ecosistemas que se encuentran poco intervenidos al encontrarse aislados. Estas subcuencas han sido identificadas como prioritarias en los ejercicios de identificación de áreas para la conservación del caimán llanero (MMA 2006, Asociación Chelonia y Corporinoquia 2012, Anzola *et al.* 2012). También son área prioritaria para la conservación de la biodiversidad (Galindo *et al.* 2007) y ocupó la quinta posición, entre las 28 áreas del taller binacional (Lasso *et al.* 2011). Aquí es necesario realizar trabajos conjuntos con Venezuela, ya que en la parte venezolana se cuenta con un área protegida (Parque Nacional Santos Luzardo o Cinaruco-Capanaparo), que tiene una población muy importante de *C. intermedius* (Hernández *et al.* 2011). De todas formas, hay que tener en cuenta que el área protegida está a 177 km de la frontera con Colombia y que dicho tramo del río no cuenta con protección, ni con evaluación de poblaciones (Hernández *et al.* 2011). Por otra parte, en el área colombiana hay un acuerdo municipal (Arauca) que categoriza parte de esta área como Refugio de Vida Silvestre en la Vereda de Cinaruco, ubicada en la zona fronteriza (Anzola *et al.* 2012).

De acuerdo al trabajo realizado por Anzola *et al.* (2012) en el río Capanaparo y Cinaruco, los llaneros referenciaron la existencia de unos pocos individuos, aunque en los recorridos realizados no han sido registrados. Esto presupone que además de contar con un área protegida, sería necesario hacer reforzamiento poblacional. Para alcanzar éste objetivo se requiere de un esfuerzo logístico importante y presupuesto acorde, puesto que el acceso a la zona es muy complejo.

Para el sistema Capanaparo-Cinaruco es indispensable tener en cuenta que a pesar de que la valoración ambiental por parte de los investigadores fue alta y concordante con ejercicios anteriores, el resultado del modelo de distribución potencial indica que hay baja probabilidad de condiciones favorables, hecho relacionado con el tipo de agua (claras a negras), que no podrían soportar densidades altas de caimanes. Esta situación junto a la complejidad logística de trabajo en el área, bajaría la prioridad de trabajo en la zona.

El sistema Tillava-Planas-Guarrojo cuenta con buena calificación ambiental y según los censo realizados por la EBTRF hay caimanes en la zona, aunque no se conoce la estructura poblacional. Por ello es necesario mayor investigación en la zona para caracterizar la población antes de definir si hacer reforzamiento poblacional es la estrategia más acertada. Para este fin, podría haber posibilidad de obtener recursos económicos a través de la actividad petrolera que se realiza en esta área, aunque, en esta región hay que tener en cuenta que está influenciada por unos diez resguardos indígenas, lo que hace el análisis de viabilidad más complejo.

De las áreas calificadas con prioridad media, se pueden destacar el río Meta puesto que si se lograra recuperar la especie en este tramo y ocurriera un

aumento en las poblaciones, los individuos se dispersarían hacia sus tributarios (ríos Guachiría, Pauto, Cusiana, Ariporo, Guanapalo), colonizándolos y posibilitando el intercambio entre las poblaciones hoy aisladas, aumentando la diversidad genética (Frankham *et al.* 2002) y evitando así la endogamia (Keller y Waller 2002).

Las oportunidades altas que se dan en el río Meta estriban en varias razones. La primera sería que según el modelo de distribución potencial están presentes las condiciones ambientales típicas para el caimán, con probabilidad alta de condiciones adecuadas hacia la parte baja. Por otra parte, hay presencia de varias ONG proactivas hacia la conservación de la fauna acuática. Se pueden destacar la Fundación Palmarito, involucrada directamente con la conservación de *C. intermedius*. Dicha ONG se hizo cargo en diciembre del 2011, de la gestión del Ecoparque Wisirare, propiedad de la Gobernación de Casanare, donde desde 2002 se mantenían nueve caimanes adultos en cautividad. Con recursos propios adecuó las instalaciones y cuenta ya con 114 crías. Igualmente, ha realizado jornadas de educación ambiental y sensibilización con los jóvenes del municipio de Orocué y de los resguardos indígenas vecinos. A la fecha tiene una propuesta para reintroducir ejemplares en la Reserva Natural de la Sociedad Civil Palmarito Casanare-RNSC (Orocué, Casanare) (Morales-Betancourt *et al.* 2013b). Por otro lado, la Fundación Omacha tiene presencia en Puerto Carreño y en la Reserva Natural Bojonawi, donde desde hace más de 15 años trabaja en la conservación de especies acuáticas de la región. En este momento ambas fundaciones tienen un convenio para trabajar en la construcción e implementación del plan de conservación de tortugas acuáticas para la Orinoquia colombiana, esto en asocio con las CAR y otras instituciones. En éste marco, se están adelantando actividades de educación en la parte media y baja del río Meta, investigación y conservación de la biodiversidad, así, como el manejo de nidadas, representando una gran oportunidad para el caimán llanero puesto que estas instituciones le podrían brindar un apoyo técnico y logístico a Procaimán en el área.

Los ríos Tuparro y Tomo son claves para hacer pruebas pilotos de reintroducción, puesto que a pesar de no contar con los hábitats más óptimos, en el pasado existían poblaciones. Adicional a esto, es la zona que presenta menor población humana y existe el PNN Tuparro, lo que podría constituir una plataforma de apoyo.

Las áreas de prioridad baja se encuentran en el límite sur de la distribución geográfica de la especie. Éstas como se discutió anteriormente, no cuentan con las características ambientales apropiadas para el mantenimiento de poblaciones. Sumado a esto, está la lejanía y el difícil acceso, así como la falta de presencia institucional, factores limitantes para llevar a cabo cualquier esfuerzo de conservación.

De las áreas con prioridad baja es importante destacar al río Arauca. Los resultados tanto del modelo como de la calificación de los expertos, indican que

presenta muy buenas condiciones ambientales. Sin embargo, presenta la calificación más alta en amenazas y muy bajas oportunidades, ubicándola en el último lugar. Esto muestra que es indispensable para la conservación de la fauna silvestre, tener una aproximación integral. No sólo hay que tener en cuenta los requerimientos ambientales de la especie sino estudiar todo el entorno, para saber qué medidas tomar.

En el río Vichada existe un relicto poblacional. Se han realizado avistamientos de algunos individuos y documentados eventos reproductivos, los cuales no han podido prosperar debido al saqueo de las nidadas (Lugo y Ardila-Robayo 1998, Castro *et al.* 2012). Seguramente, la estrategia a implementar sería el reforzamiento poblacional. Sin embargo, es necesario realizar estudios más a fondo para poder asegurar su éxito. El aislamiento y lejanía de la región y la baja densidad de habitantes hacen que no existan impactos negativos importantes sobre los ecosistemas. No obstante, éstas mismas características hacen que las posibilidades de trabajo se dificulten y se tornen muy costosas.

9 Conclusiones y recomendaciones

A pesar de que *C. intermedius* es una especie que se encuentra en peligro crítico, hay un gran vacío de información en cuanto a su estado poblacional. Al no contar con información de abundancia, estructura poblacional o eventos reproductivos, es prácticamente imposible establecer categóricamente las estrategias de conservación en la mayoría de las zonas. Es por ello, que es primordial comenzar y mantener a través del tiempo un monitoreo de la especie en toda el área de distribución. Dicho monitoreo debe contemplar como mínimo llegar a establecer, el número de individuos, la categoría de clases de tamaño, la proporción de sexos, al igual que evaluar los eventos de nidación y viabilidad de huevos en medio natural, información indispensable para poder establecer las estrategias de conservación más efectivas. Igualmente, es necesario que esta actividad se realice en la época seca, tanto en el cauce principal del río como en su planicie de inundación (madreviejas y lagunas).

De acuerdo al modelo de distribución potencial, se concluye que la distribución de *C. intermedius* está influenciada por las condiciones físicas y biológicas, como el tipo de agua, el tipo suelo y la precipitación. Su distribución se encuentra asociada principalmente a ríos muy productivos (aguas blancas) que le brindan sustento a sus poblaciones, y a las precipitaciones con marcada estacionalidad.

Para poder conservar las poblaciones de *C. intermedius* es indispensable contar con análisis integrales. No es válido que se evalúen únicamente los

requerimientos biológicos y ecológicos, sino que hay que considerar la incidencia antrópica, puesto que ésta es finalmente la que influirá en el éxito de la estrategia de conservación.

La aplicación de modelos como el de distribución potencial e índices de priorización de áreas, idoneidad de hábitat, etc., son herramientas útiles en la planificación para la conservación. Sin embargo, es indispensable contar con el conocimiento y validación por parte de los investigadores expertos que conocen tanto la especie como la región, así como del aporte de las comunidades locales.

La especie cuenta con áreas propicias y viables para su conservación, pero para poder lograr el objetivo de Procaimán es indispensable contar con un ente gestor y coordinador, involucrado constantemente en su ejecución. Es clave también asegurar de manera continua un presupuesto anualizado para un periodo mínimo de diez años. Igualmente, es primordial establecer alianzas estratégicas interinstitucionales, especialmente a nivel regional, con el fin de contar con apoyo técnico y logístico en el área de distribución.

De acuerdo a la información disponible, se puede concluir que en el área de distribución de *C. intermedius* hay que establecer diferentes estrategias para su conservación (reforzamiento poblacional, reintroducción, protección de nidadas y/o establecimiento de área de conservación). Por ello es indispensable contar con un protocolo a seguir para cada caso, ya que por ejemplo para hacer reintroducciones no es necesario tener en cuenta elementos como la caracterización genética mientras que para el reforzamiento poblacional sí.

Se recomienda priorizar actividades de protección de nidadas en el sistema Lipa-Ele-Cravo Norte. De igual manera, realizar censos en los sistemas Duda-Losada-Guayabero y Guarrojo-Tillava-Planas, ríos Meta y Manacacías con el objetivo de confirmar las estrategias de conservación a seguir. También estudiar la factibilidad de reintroducción individuos en los ríos Tomo y Tuparro.

Por último, se pudo comprobar la hipótesis nula de que en la Orinoquia colombiana existen áreas potenciales y viables para la conservación del caimán llanero. El objetivo general se cumplió, aunque es necesario actualizar la información poblacional puesto que en varias áreas no fue posible establecer qué tipo de estrategia implementar (reforzamiento poblacional, reintroducción, protección de nidadas y/o área de conservación).

10 Bibliografía

Alonso, J. C., C. A. Bonilla, L. Castellanos y R. A. Maldonado. 2008. Estado del conocimiento y perspectivas para el caimán negro (*Melanosuchus Níger* Spix 1925) en la Amazonía colombiana. Pp. 125-130. *En*: Trujillo, F., J. C. Alonso, M. C. Diazgranados y C. Gómez (Eds.). 2008. Fauna Acuática Amenazada en la Amazonia colombiana. Análisis y propuestas para su conservación. Fundación Omacha. Fundación Natura. Instituto Sinchi. Coorpoamazonía. Bogotá, Colombia.

Antelo, R. 2008. Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*), en la Estación Biológica El Frio, en el Estado de Apure (Venezuela). Tesis Doctoral. Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid. 336 pp.

Antelo, R. 2012. Conservación. Pp. 133-147. *En*: Fundación Chelonia (Ed.). Historia natural y conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en Colombia. Asociación Chelonia 2011.

Antelo, R., J. Ayarzagüena y J. Castroviejo. 2010. Reproductive ecology of Orinoco crocodiles (*Crocodylus intermedius*) in a newly established population at El Frío Biological Station, Venezuela. *Herpetological Journal* 20: 51–58.

Anzola, L. F., G. D. Mejia, H. A. Serrano, J. Clavijo, H. Velazco, J. Anzola y F. A. Castro. 2012. Investigación sobre el estado actual de las poblaciones de caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) con fines de conservación y recuperación en el departamento de Arauca. Gobernación de Arauca- Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Sostenible Departamental, Consorcio Salvemos el Caimán. Informe final. Arauca. 621 pp.

Ardila-Robayo, M. C., S. L. Barahona-Buitrago, P. Bonilla-centeno y D. Cárdenas-Rojas. 1999. Evaluación del crecimiento de *Crocodylus intermedius* nacidos en la Estación Biológica Tropical Roberto Franco de Villavicencio. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* Suplemento especial (184): 425-436.

Ardila-Robayo, M. C., S. L. Barahona, O. P. Bonilla y D. Cárdenas. 1999. Aportes al conocimiento de la reproducción, embriología y manejo de *Crocodylus intermedius* en la Estación Biológica Tropical Roberto Franco de Villavicencio. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (Suplemento especial): 417-424.

Ardila, M. C. S. Barahona y P. Bonilla. 2002. Monitoreo Poblacional de *Crocodylus intermedius* (Caimán Llanero) en los ríos Guayabero y Duda (municipio de la Macarena – Meta). Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Ardila-Robayo, M. C., J. Clavijo, W. Martínez-Barreto y L. F. Anzola. 2008. Informe final del proyecto primera fase del Programa nacional de conservación del caimán llanero en el departamento de Arauca. Universidad Nacional y Corporinoquia. ODS 08. Informe interno. 86 pp.

Ardila-Robayo, M. C., W. Martínez-Barreto, R. M. Suárez-Daza y C. A. Moreno-T. 2010. La Estación Roberto Franco (EBTRF) y el cocodrilo del Orinoco en Colombia: contribución a su biología y conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación* 1 (2): 120-130.

Arévalo, J. y P. Sarmiento. 2005. Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Tinigua 2005-2009. Unidad Administrativa del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, Dirección Territorial Amazonia – Orinoquia, La Macarena. Meta. 178 pp.

Arteaga, A., I. Cañizales, G. Hernández, M. Cruz, A. de Luca, M. Muñoz, A. Ochoa, A. Seijas, J. Thorbjarnarson, A. Velascos, S. Ellis y U. S. Seal (Eds.). 1996. Taller de análisis de la viabilidad poblacional y del hábitat (PHVA) del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). Reporte del taller. 53 pp.

Asociación Chelonia y Corporinoquia. 2012. Informe sobre el estado de conservación del cocodrilo del Orinoco o caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en los llanos de Colombia. Asociación Chelonia. Informe interno. 56 pp.

Ávila-Manjón, P. M. 2008. Estado poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes, Venezuela. Tesis de Grado, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora. Guanare. Venezuela. 166 pp.

Barahona, S. L. y O. P. Bonilla. 1994. Registros de *Crocodylus intermedius*. *Trianea* 5: 420.

Bloor, P. 2013. Genética del orden Crocodylia en Colombia. Pp. 259-276. *En*: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, J. De La Ossa V. y A. Fajardo-Patiño. (Editores). 2013. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Bonilla, O. P. y S. L. Barahona. 1999. Aspectos ecológicos del Caimán llanero (*Crocodylus intermedius* Graves, 1819) en un subareal de distribución en el departamento de Arauca (Colombia). *Rev. Acad.Colomb.Cienc.* Vol. XXIII, N°86.

Castañón-Mora O. V. (Ed.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales -

Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 160 pp.

Castellanos, C. 2006. Los humedales de Colombia. Universidad de Caldas. Revista electrónica Luna Azul. Disponible en: http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/8e3fad50Revista13_4.pdf. (13/04/2012).

Castro, A., M. Merchán, F. Gómez, M. F. Garcés y M. A. Cárdenas. 2011. Nuevos datos sobre la presencia de caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) y notas sobre su comportamiento en el río Vichada, Orinoquia (Colombia). *Biota colombiana* 12 (1): 137-144.

Castro, A., M. Merchán, M. Garcés, M. Cárdenas y F. Gómez. 2012. New data on the conservation status of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Colombia. Pp.: 65-73. *En: Crocodiles. Proceedings of the 21st Working Meeting of the IUCN-SSC Crocodile Specialist Group*. IUCN: Gland, Switzerland.

Clavijo, J. y A. Fajardo. Relaciones interespecíficas del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en el departamento de Arauca. *Revista Colombiana Ciencia Animal* (en prensa a).

Clavijo J. y A. Fajardo. Aspectos de la biología reproductiva de las poblaciones relictuales del caimán llanero *Crocodylus intermedius* en el departamento de Arauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana* (en prensa b).

Clavijo, J. M. C. Ardila-Robayo y L. F. Anzola. Elementos claves derivados del seguimiento a metapoblaciones y de evaluación de la disponibilidad de hábitats en el departamento de Arauca para establecer áreas protegidas para la conservación *in situ* de *Crocodylus intermedius* en los llanos orientales de Colombia (en prensa).

Correa, H. D., S. L. Ruíz y L. M. Arévalo (Eds.). 2006. Plan de Acción en Biodiversidad en la cuenca del Orinoco-Colombia 2005/2015-Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia. Bogotá D. C. 330 pp.

Colvée, S. 1999. Comportamiento reproductivo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en cautiverio. Tesis doctoral. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Edo. Miranda (Venezuela). 321 pp.

Cuervo-Alarcón, L. C. y C. Burbano-Montenegro. 2012. Caracterización genética de la población *ex situ* de *Crocodylus intermedius* presente en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 36: 373-383.

Domínguez, C. 1998. La gran cuenca del río Orinoco. Pp. 39-67. *En*: Domínguez, C. Colombia Orinoco. Fondo FEN, Instituto de Estudios Orinoquenses, Bogotá, Colombia.

Edmands, S. 2002. Does parental divergence predict reproductive compatibility? *Trends in Ecology & Evolution* 17: 520-527.

Edmands, S. 2007. Between a rock and a hard place: evaluating the relative risks of inbreeding and outbreeding for conservation and management. *Molecular Ecology* 16: 463-475.

Edmands, S. y C. C. Timmerman. 2003. Modeling factors affecting the severity of outbreeding depression. *Conservation Biology* 17: 883-892.

Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. Chee and C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* (2011) 17: 43–57.

Espinosa, A. y A. E. Seijas. 2010. Uso de hábitat entre crocodílidos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. *Rev. Lat. Cons.* 1 (2): 112 - 119.

Ferrier, S. 2002. Mapping Spatial Pattern in Biodiversity for Regional Conservation Planning: Where to from Here? *Systematic Biology* 51(2): 331-363.

Fielding, A. H. y J. F. Bell. 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. 24: 38-49

Franz, R., S. Reid y C. Puckett. 1982. The discovery of a population of Orinoco crocodile, *Crocodylus intermedius*, in southern Venezuela.

Frankham, R., J. D. Ballou y D. A. Briscoe. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, United States of America, New York. 617 pp.

Galvis, G., J. Mojica, F. Provenzano, C. Lasso, D. Taphorn, R. Royero, C. Castellanos, A. Gutiérrez, M. Gutierrez, Y. López, L. M. Mesa, P. Sánchez y C. Cipamocha. 2007. Peces de la Orinoquia Colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Incoder. Universidad Nacional. Sinchi. Bogotá, Colombia. 425 pp.

Galindo, G. C. Pedraza, F. Betancourt, R. Moreno y E. Cabrera. 2007. Planeación ambiental del sector de hidrocarburos para la conservación de la biodiversidad en los llanos de Colombia. Convenio de cooperación 05-050. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Gaston, K. J. 2003. The structure and dynamics of geographic ranges. Oxford University Press, New York, USA. 266pp.

González-Fernández, M. 1995. Reproducción del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes. Propuesta para su conservación. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ).Guanare. 70 pp.

Gorzula, S. J., J. Paolini y J. B. Thorbjarnarson. 1988. Some hydrochemical and hydrological characteristics of crocodilian habitats. *Tropical freshwater biology* 1(1):50-61.

Graterol, G. A. 2012. Algunos aspectos que afectan al crecimiento en cautiverio de las crías de caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el zocriadero Hato Masaguaral, Edo. Guárico. Tesis de Grado, Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología. Departamento de Biología, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. 54 pp.

Guisan, A. y W. Thuiller. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8(9): 993-1009.

Guisan, A. y N. E. Zimmermann. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135(2-3): 147-186.

Hernández, O., A. E. Seijas, E. O. Boede, R. Espín, A. Machado-Allison, L. Mesa y A. Soto. 2011. FUDECI y la conservación de la tortuga del Orinoco (*Podocnemis expansa*), la terecay (*Podocnemis unifilis*) y el caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). Resultados y propuesta de acciones binacionales. Pp. 208-219. En: Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz-Pulido, G. Corzo, y A. Machado-Allison. (Eds.). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia.

Ideam. 1995. Estadísticas hidrológicas de Colombia 1990-1993. Tomo 2. Diego Samper Ediciones.

Ideam 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá. 421 pp.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-Ideam. 2004. Guía técnica científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en

Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –Ideam, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT. Bogotá.

Iriondo, M. H. 1997. Models of deposition of loess and loessoids in the upper Quaternary of South American. *Journal of South American Earth Sciences* 10 (1): 71-79.

IUCN/SSC (International Union for Conservation of Nature/Species Survival Commission). 2013. Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland. IUCN Species Survival Commission. viiii + 57 pp.

Jiménez-Oraá, M., A. E. Seijas, M. Jiménez-Oraá y H. J. Heredia-Azuaje. 2008. Colecta de huevos como estrategia de conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Manapire, Guárico, Venezuela. *Biollania Edición Especial* n° 8.

Keller, L. F. y D. M. Waller. 2002. Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology & Evolution* 17: 230-241.

Keller, L. F., A. B. Marr y J. M. Reid. 2006. The genetic consequences of small population size: inbreeding and loss of genetic variation. *En: Conservation and biology of small populations*. Pp 113–137. J. N. M. Smith, L. F Keller, A. B. Marr y P. Arcese (Eds.). New York, Oxford University Press.

Klein, E. y J. Cárdenas (Eds.). 2009. Identificación de prioridades de conservación asociada a los ecosistemas de la Fachada Atlantica y a su biodiversidad. INTERMAC, Chevron y The Nature Conservancy. Venezuela. 337 pp.

Lasso, C., J. I. Mojica, J. S. Usma, J. Maldonado, C. DoNascimento, D. Taphorn, F. Provenzano, O. Lasso-Alcalá, G. Galvis, L. Vasquez, M. Lugo, A. Machado-Allison, R. Royero, C. Suarez y A. Ortega-Lara. 2004. Peces de la cuenca del río Orinoco. Parte I: Lista de especies y distribución por subcuencas. *Biota Colombiana* 5 (2): 95-158.

Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia. 609 pp.

Lasso, C. A., A. Rial, C. Matallana, W. Ramírez, J. Señaris, A. Díaz- Pulido, G. Corzo y A. Machado-Allison. (Eds.). 2011. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco. II Áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible. Instituto de

Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle de Ciencias Naturales e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D.C., Colombia. 304 pp.

Llobet, A. 2002. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Venezuela. Tesis de Maestría. Unellez. 209 pp.

Leberg, P. L. 1993. Strategies for population reintroduction: effects of genetic variability on population growth and size. *Conservation Biology* 7: 194-199.

Lugo, M. 1995. Cría del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación de Biología Tropical "Roberto Franco", Villavicencio, Meta. *Revista de la Academia Colombiana Ciencias Exactas, físicas y Naturales* 19 (74): 601-606.

Lugo, M. 1996. Avances en la investigación del estatus del caimán del Orinoco. *Newsletter Crocodile Specialist Group*. 15(4): 15.

Lugo, L. M y M. C. Ardila. 1998. Programa para la conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia. Proyecto 290. Programa Research Fellowship NYZS. The Wildlife Conservation Society. Proyecto 1101-13-205-92 Colciencias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Estación de Biología Tropical Roberto Franco. Villavicencio. Informe no publicado.

Machado-Allison, A., C. A. Lasso, J. S. Usma, P. Sánchez-Duarte y O. M. Lasso-Alcalá. 2010. Peces. Capítulo 7. Pp. 197-257. *En*: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.

Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Medem, F. J., 1958, Informe sobre reptiles colombianos III. Investigaciones sobre la anatomía craneal, distribución geográfica y ecología de *Crocodylus intermedius* (Graves) en Colombia. *Caldasia* 3 (37): 175-215

Medem, F. J. 1981. Los Crocodylia de Colombia. Volumen 1. Los Crocodylia de Suramerica. Colciencias. Bogotá. 354 pp.

Medem, F. 1983. Los Crocodylia de Sur America Volumen II. Los Crocodylia de Suramerica. Colciencias. Bogotá. 406 pp.

Merchán, M. (Ed.), A. Castro, M. Cárdenas, R. Antelo y F. Gómez. 2012. Historia natural y conservación del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*) en Colombia. Asociación Chelonia. España. 240 pp.

Ministerio de Medio Ambiente, Instituto von Humboldt y Universidad Nacional. 1998. Programa Nacional para la Conservación del Caimán Llanero. Ministerio del Ambiente Dirección general de ecosistemas subdirección de fauna. Santafé de Bogotá. 22 pp.

Ministerio de Medio Ambiente, Instituto von Humboldt y Universidad Nacional. 2002. Programa Nacional para la Conservación del Caimán Llanero. Ministerio del Ambiente Dirección general de ecosistemas subdirección de fauna. Santafé de Bogotá. 31 pp.

Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Taller para la planificación de sitios para la conservación de caimán llanero en Colombia: Memorias. Ministerio de Medio Ambiente, Estación de Biología Tropical Roberto Franco-Universidad Nacional de Colombia.

Morales-Arango, J., M. Duarte-Guerrero y H. Zúñiga. 2007. Caracterización físico-química del huevo del caimán llanero, *Crocodylus intermedius*, Graves 1819. *Acta Zoológica Mexicana* 23 (3): 17-27.

Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, J. De La Ossa V. y A. Fajardo-Patiño. (Editores). 2013a. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 336 pp.

Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, J. De La Ossa, E. Valencia, A. De La Ossa-Lacayo, F. Trujillo y R. Antelo. 2013b. Estrategias para la conservación de los Crocodylia en Colombia. Pp. 299-329. *En*: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, J. De La Ossa V. y A. Fajardo-Patiño. (Editores). 2013. VIII. Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia

Moritz, C. 1999. Conservation units and translocations: strategies for conserving evolutionary processes. *Hereditas* 130: 217-228.

Muñoz, M. C. y J. Thorbjarnarson. 2000. Movements of captive-released Orinoco crocodiles (*Crocodylus intermedius*) in the Capanaparo River. Venezuela. *Journal of herpetology* 34 (3): 397-403.

Naoki, K., M. I. Gómez, R. P. López, R. I. Meneses y J. Vargas. 2006. Comparación de los modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de la vida silvestre en Bolivia. *Ecología Boliviana* 41 (1): 65-78.

Newson, J. D., T. Joanen, y R. J. Horward. 1987. Habitat sustainability index models: American alligator. U. S. Fish Wild. Serv. Biol. Rep. 14 pp.

Pérez, A. T. 2007. Crecimiento del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos condiciones de cautiverio. *Revista de Biología Tropical* 56 (1): 349-354.

Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190 (2006): 231–259.

Prado, W. 2001. Ranching de yacarés overos (*Caiman latirostris*) y negros (*Caiman yacare*) en el nordeste de argentina. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/> (13/05/2012).

Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Orinoco. Capítulo 7. *En*: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez y R. E. Ajiaco (Eds.). 2011. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Ramírez-Gil, H. y R. E. Ajiaco. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Orinoco. Capítulo 7. *En*: Lasso, C. A., F. de Paula Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo, H. Ramírez y R. E. Ajiaco (Eds.). 2011. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Ramírez-Perilla, J. A. 2000. Caimán llanero o cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*): conservación y conocimiento público en la Orinoquia colombiana. *Zoodivulgación* año 2 N° 1.

Ramírez-Perilla, J. A. 2001. Avances en tecnología de incubación para huevos de la babilla (*Caiman crocodilus crocodilus*) cosechados en vida silvestre *Zoodivulgación* año 3 N° 1.

Ramo, C. y B. Busto. 1984. Censo aéreo de caimanes (*Crocodylus intermedius*) con observaciones sobre su actividad y soleamiento. VII Reunión del Grupo de Especialistas en Cocodrilos de UICN. Caracas. 9.

Ramo, C., B. Busto, B. y A. Utrera. 1992. Breeding and rearing the Orinoco Crocodile, *Crocodylus intermedius*, in Venezuela. *Biological Conservation* 60: 101-108.

Rosales, J., C. Suárez y C. A. Lasso. 2010. Descripción del medio natural de la cuenca del Orinoco. Capítulo 3. Pp. 51-73. En: Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.). 2010. Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, D. C., Colombia.

Seijas, A. E. 1994. Incubación artificial de huevos de caimán del Orinoco. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 12(2): 36-41.

Seijas, A. E. 1998. The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela: Population status and Ecological characteristics. Tesis Doctoral. Universidad de Florida. 192 pp.

Seijas, A. E. 2010. Efectividad de las áreas protegidas en la conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) y del caimán de la costa (*Crocodylus acutus*) en Latinoamérica. Pp. 67- 76. En: De Oliveira-Miranda, R., J. Lessmann, A. Rodríguez-Ferraro y F. Rojas-Suárez, Eds. *Ciencia y conservación de especies*.

Seijas, A. E. 2011. Los Crocodylia de Venezuela: ecología y conservación. Colección Estudios, divulgación científica y tecnológica. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Venezuela. 279 pp.

Seijas, A. E. & C. A. Chávez. 2002. Reproductive Status and nesting Ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela. *Vida Silvestre Neotropical* 11(1-2): 2002.

Sioli, H. 1975. Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. Pp. 275-288. En: F. Goley y E. Medina (Eds.). *Tropical Ecological System. Trend in terrestrial and aquatic research*. Springer-Verlag. New York Inc.

Sigg, D. P. 2006. Reduced genetic diversity and significant genetic differentiation after translocation: Comparison of the remnant and translocated populations of bridled naitail wallabies (*Onychogalea fraenata*). *Conservation Genetics* 7: 577-589.

Snoj, A., A. Razpet, T. Tomljanović, T. Treer y S. Sušnik. 2007. Genetic composition of the Jadro softmouth trout following translocation into a new habitat. *Conservation Genetics* 8: 1213-1217.

Templeton, A. R., H. Hemmer, G. Mace, U. S. Seal, W. M. Shields y D. S. Woodruff. 1986. Local adaptation , coadaptation , and population boundaries. *Zoo Biology* 5: 115-125.

Thorbjarnarson, J. B. 1987. Status, ecology and conservation of the Orinoco crocodile in Venezuela. A preliminary report on investigations into the status and ecology of wild Orinoco crocodile populations. 61 pp.

Thorbjarnarson, J. B. Y R. Franz. 1987. *Crocodylus intermedius*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles (406): 1-2.

Thorbjarnarson, J. B. y G. Hernández. 1992. Recent Investigations into the Status and distribution of the Orinoco Crocodile, *Crocodylus intermedius*, in Venezuela. *Biological Conservation*, 62: 179-188.

Thorbjarnarson, J. B. y G. Hernández. 1993. Reproductive Ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I Nesting Ecology and Egg and Clutch Relationships. *Journal of herpetology* 27(4): 363-370.

Trujillo, F., S. Usma, L.F. Ricaurte y M.C. Díaz-Granados. 2013. Inclusión de ecosistemas acuáticos como objetos de conservación en áreas protegidas: Amazonia como caso de estudio. Pp 79-88. *En*: Hurtado, A. M. Santamaria y Matallana, C. L. (Ed). Plan de Investigación y Monitoreo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap): Avances construidos desde la Mesa de Investigación y Monitoreo entre 2009 y 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Parques Nacionales Naturales. Bogotá, D.C., Colombia. 194 pp.

Ulloa, G. 2012. Plan de manejo para la conservación de las poblaciones del caimán aguja *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) de la bahía Cispatá departamento de Córdoba caribe de Colombia. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinu y San Jorge-CVS. Informe interno. 79 pp.

U.S. Fish y Wildlife Service. 1981. Standards for the development of Habitat Suitability Index Models. Division of Ecological Services. U.S. Fish & Wildlife Service. Department of Interior. Washington, D. C. 171 pp.

Vásquez, V. H y M. A. Serrano. 2009. Las áreas naturales protegidas de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Fundación Biocolombia. Bogotá, Colombia 696 pp.

Williams, R. N., O. E. Rhodes y T. L. Serfass. 2000. Assessment of genetic variance among source and reintroduced fisher populations. *Journal of Mammalogy* 81: 895-907.

Yáñez, C. y Ramírez, A. 1988. Estudio geoquímico de grandes ríos venezolanos. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 48: 41-58.

Zárate, C. A., A. Herrera, M. Duarte, W. Villaba y L. Cifuentes. 2005. Plan de manejo básico Parque Nacional Natural Sierra de la Macarena 2005-2009. Unidad Administrativa Del Sistema de Parques Nacionales Naturales De Colombia, Dirección Territorial Amazonia – Orinoquia. San Juan de Arama. Meta. 176 pp.

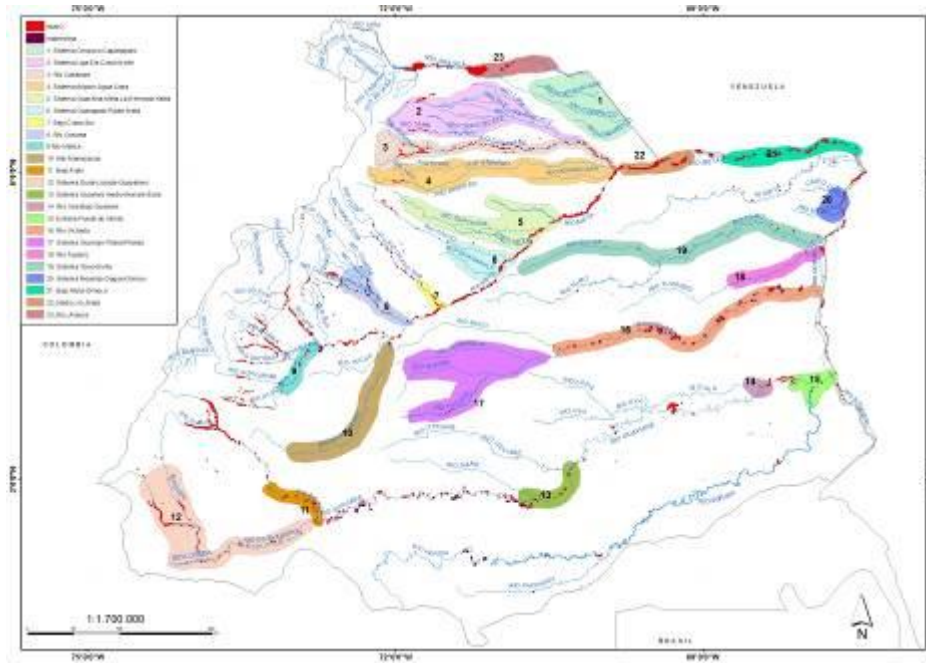
ANEXOS

Anexo I

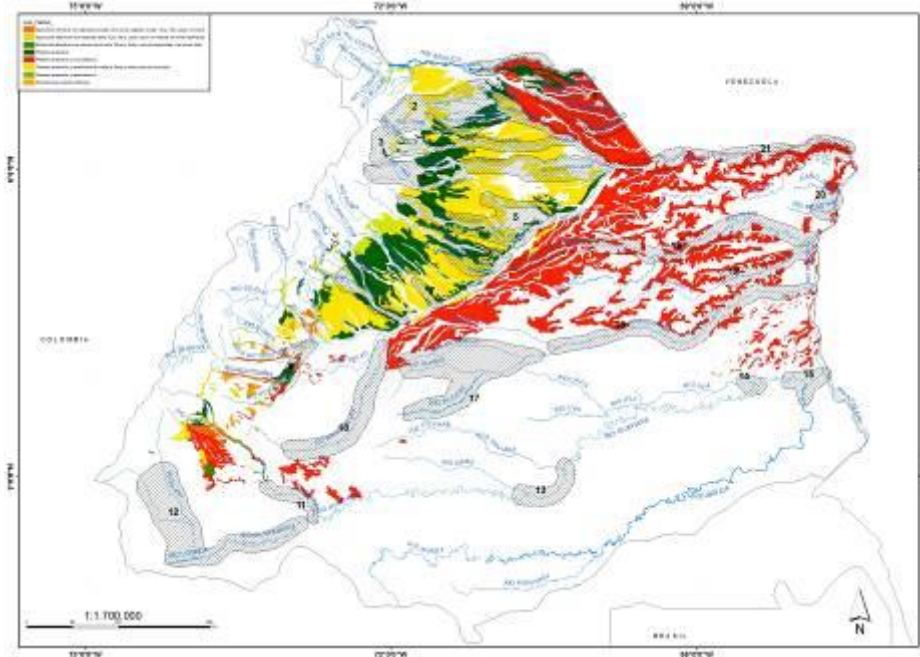
Listado de los investigadores que participaron en los talleres de trabajo

Investigador	Institución
Hernando Ramírez Gil	Unillanos
Robinson Suarez	EBTRF
María Cristina Ardila Robayo	EBTRF
Willington Martínez Barreto	EBTRF
German Preciado	EBTRF
Rafael Moreno	EBTRF
Carlos Lasso	IAvH
Fernando Trujillo	Fundación Omacha
Joaquín Clavijo	Independiente
Luis F. Anzola	Independiente
Rafael Antelo	Fundaciónn Palmarito

Anexo II

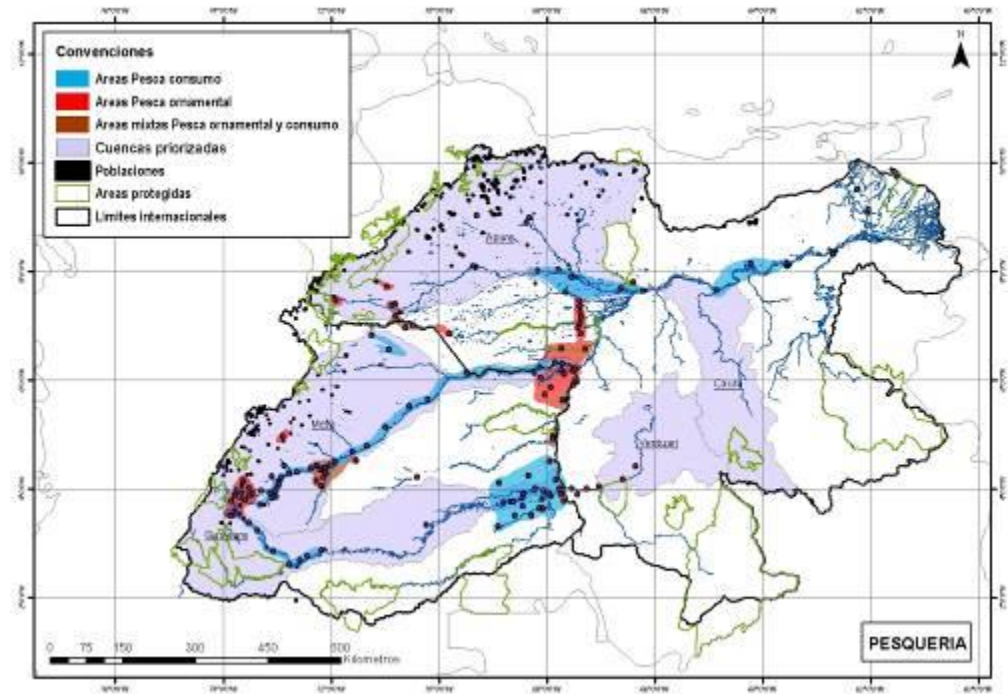


- a) Áreas de distribución del caimán llanero. Se señalan las playas, islas y madrevejas de la cuenca Orinoco. Elaboración propia. Fuente de datos: Ideam.

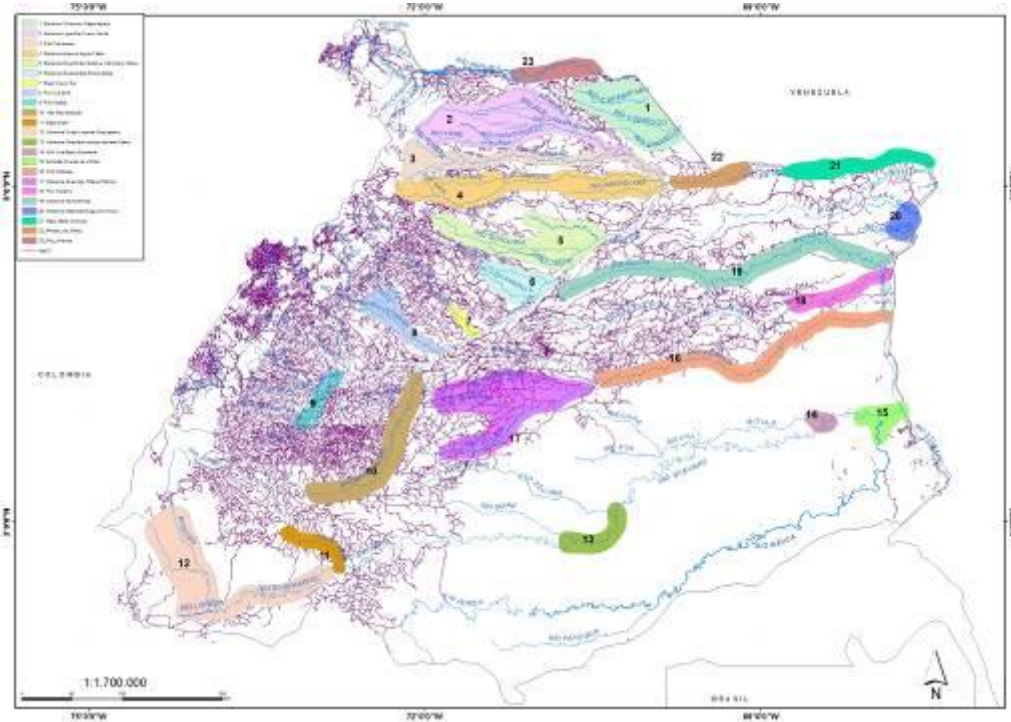


- b) Áreas de distribución del caimán llanero y uso del suelo. Elaboración propia. Fuente de datos: IGAC.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

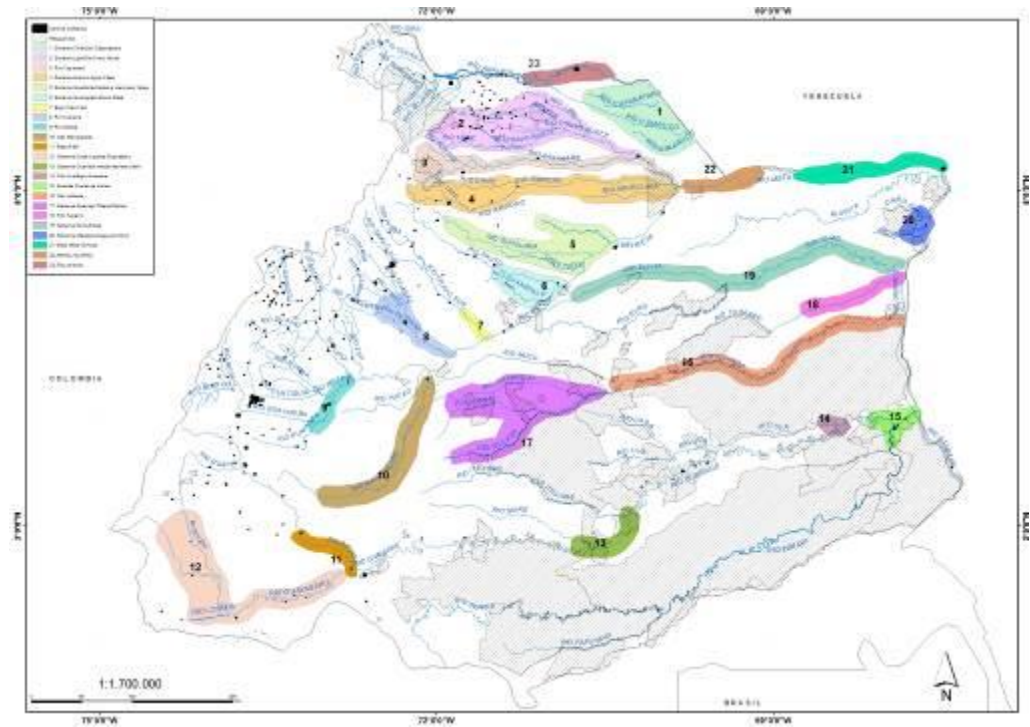


c) Áreas de pesca (consumo, ornamental y mixta) de la cuenca Orinoco (Colombia-Venezuela). Mapa realizado en el taller binacional (2009).

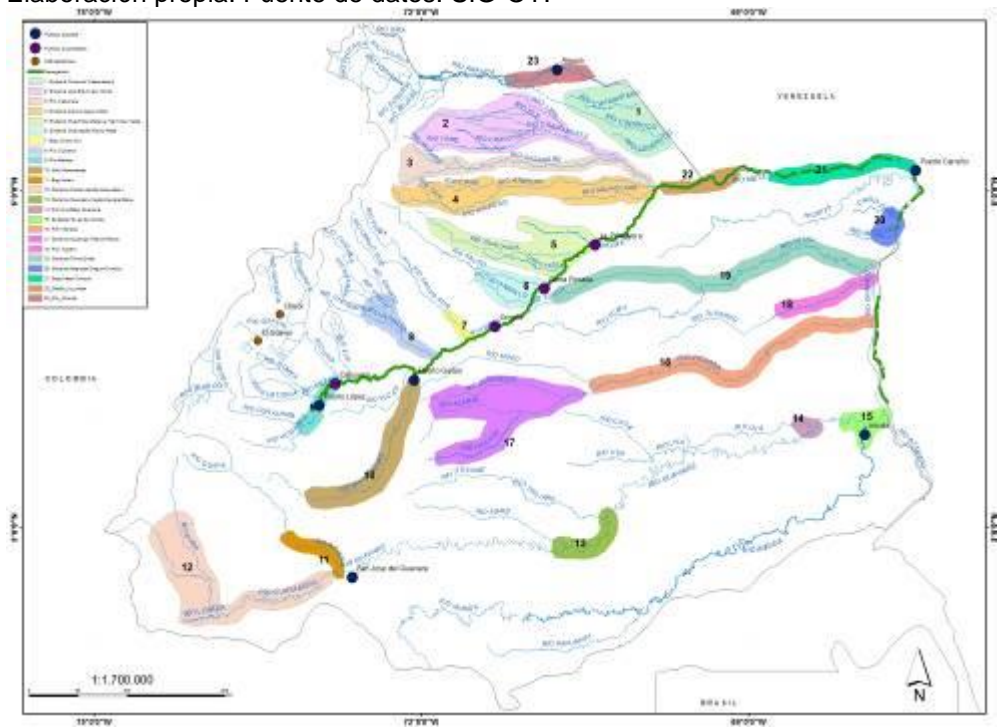


d) Áreas de distribución del caimán llanero y desarrollo vial en la cuenca del Orinoco. Elaboración propia. Fuente de datos: IGAC.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

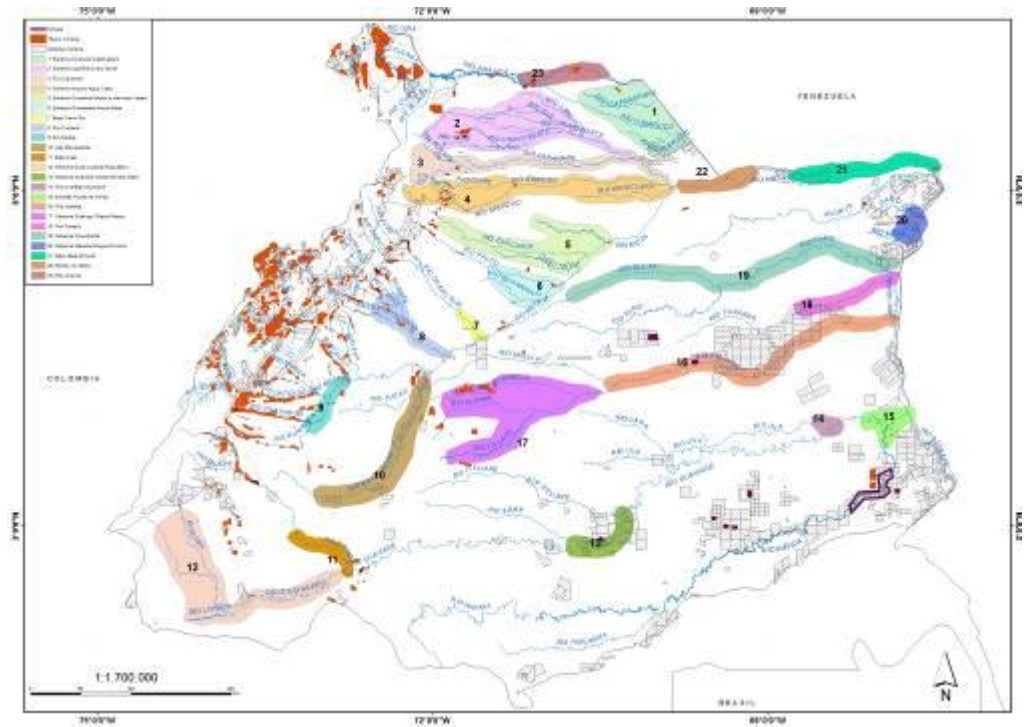


e) Áreas de distribución del caimán llanero, resguardos indígenas y centros poblados. Elaboración propia. Fuente de datos: SIG-OT.

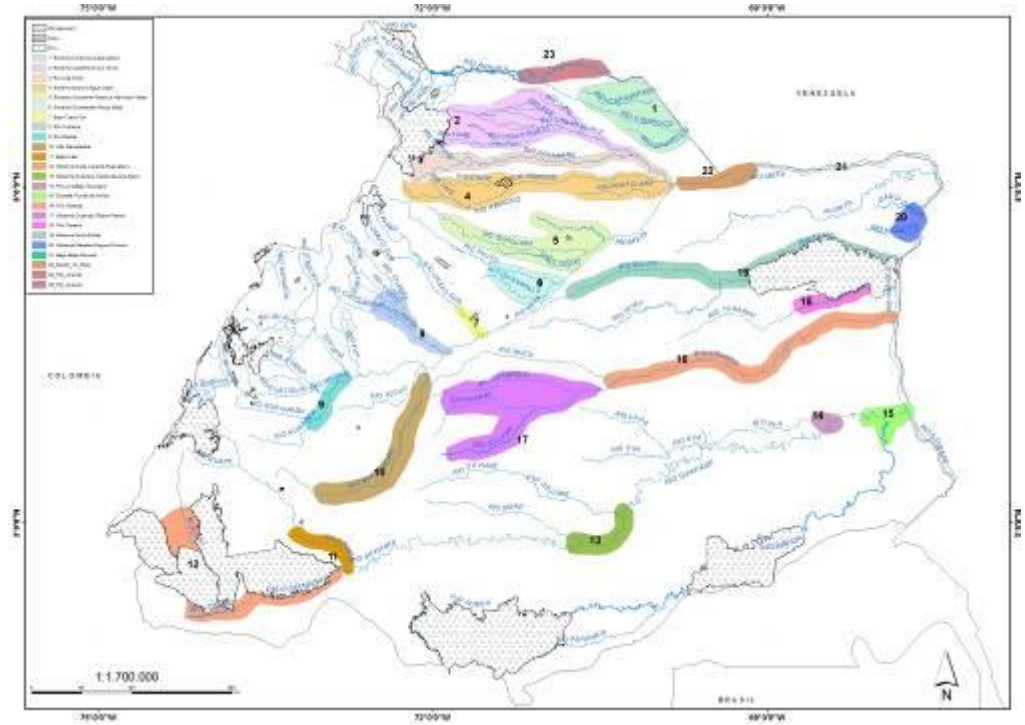


f) Áreas de distribución del caimán llanero, proyectos de navegabilidad, puertos e hidroeléctricas. Elaboración propia. Fuente de datos: SIG-OT.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

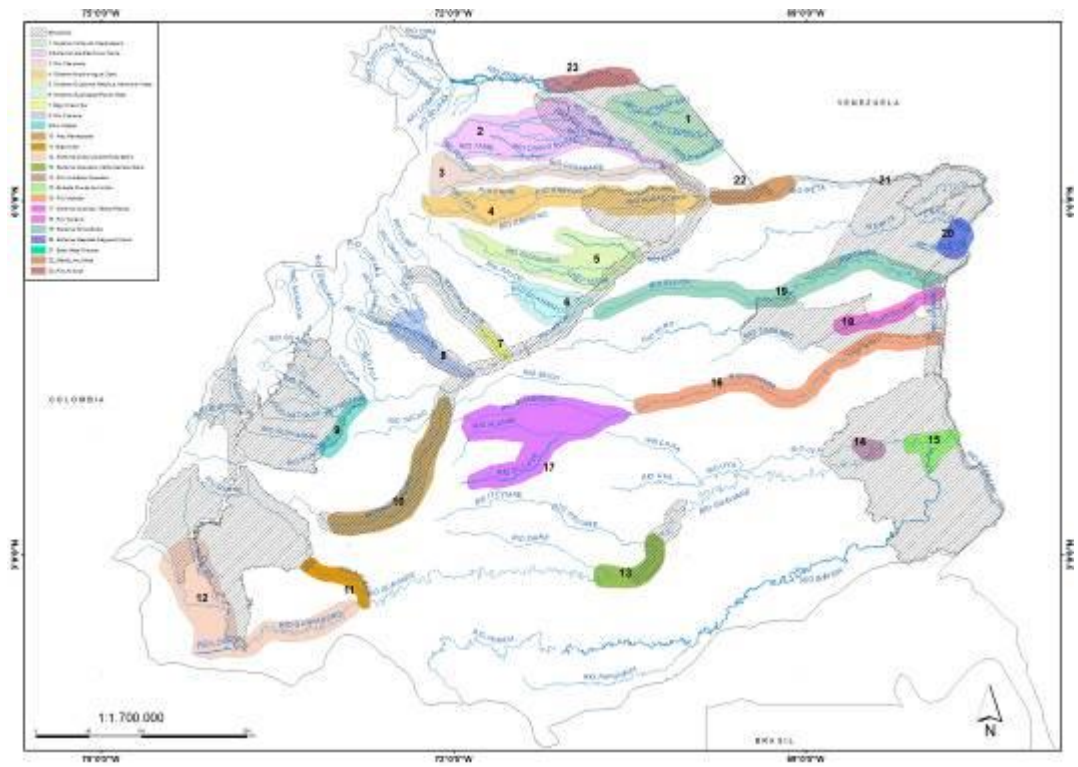


g) Áreas de distribución del caimán llanero y proyectos mineros. Elaboración propia. Fuente de datos: SIG-OT.



h) Áreas de distribución del caimán llanero y áreas protegidas. Elaboración propia. Fuente de datos: PNN.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA



- i) Áreas de distribución del caimán llanero y áreas de prioritarias para la conservación de la biodiversidad. Fuente: Lasso *et al.* (2011).

Anexo III

Matriz de evaluación de las áreas de distribución del caiman llanero de acuerdo a las variables ambientales y antrópicas (amenazas, oportunidades). A: alto, M: medio, B: bajo, O: sin información.

Atributo	Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Sistema Cinaruco-Capanaparo	Sistema Lipa-Ele-Cravo Norte	Rio Casanare	Sistema Arporo-Agua Clara	Sistema Guachiría-Meta-La Hermosa-Yatea	Sistema Guanapalo-Pauto-Meta	Bajo Cravo Sur	Rio Cusiana	Rio Meica	Alto Manacacias	Bajo Atarí	Sistema Duda-Lozada-Guayavero	Sistema Guaviare medio-Iteviare-Siare	Rio Uva-bajo Guaviare	Estrella Fluvial de Inrída	Rio Vichada	Sistema Guarrojo-Tilava-Planas	Rio Tuparro	Sistema Tomo-Elvía	Sistema Mesetas-Dagua-Orinoco	Bajo Meta-Orinoco	Arauca	Medio río Meta
Ambientales																								
Abundancia recurso alimentario	Presencia y abundancia de presas	A	M	M	M	M	M	M	M	M	A	M	A	A	A	M	M	M	M	M	B	A	A	A
	Tipo de agua	M	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	M	M	M	M	M	M	A	A	A
Características del hábitat	Número de playas	A	A	A	M	M	M	A	A	A	B	A	A	A	M	M	M	M	M	M	M	A	A	A
	Índice de sinuosidad (meandros)	A	A	M	A	M	M	M	M	M	A	M	A	A	A	M	B	A	M	M	M	B	A	A
	Estacionalidad del cuerpo de agua y profundidad (2-3 m) en época seca	M	A	M	B	B	M	B	B	M	M	M	A	A	M	M	B	M	M	M	M	M	M	A
	Barrancas	A	A	B	B	B	M	M	M	M	M	M	A	M	M	M	B	A	M	M	M	A	M	A
	Vegetación ribereña	M	A	M	M	M	M	M	M	M	A	M	M	M	M	M	M	A	M	A	A	M	M	A
Hábitat mínimo de poblaciones viables	Disponibilidad de hábitat	M	A	M	B	B	M	M	M	M	A	M	A	M	A	M	M	A	M	A	M	M	M	A
	Avistamientos	M	A	M	B	B	O	B	B	B	M	B	A	B	O	O	M	M	B	B	B	M	B	M
	Lagunas	M	M	M	O	O	M	M	M	M	M	M	B	A	M	M	M	B	M	M	B	B	B	M
	Nivel de anostomosis (ramificación de la cuenca)	A	A	M	A	O	M	M	M	M	M	M	M	A	M	M	B	M	M	M	M	B	B	A
	Modelo de distribución potencial	B	A	M	M	M	M	B	M	B	B	B	M	B	B	B	M	M	M	B	B	A	A	M

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS Y ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL CAIMÁN LLANERO (*Crocodylus intermedius* Graves 1819), EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

Matriz de evaluación de las áreas de distribución del caiman llanero de acuerdo a las variables ambientales y antrópicas (amenazas, oportunidades). A: alto, M: medio, B: bajo, O: sin información.

Atributo	Indicador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		Sistema Cinaruco-Capanaparo	Sistema Lipa-Ele-Cravo Norte	Río Casanare	Sistema Arporo-Agua Clara	Sistema Guachiría-Meta-La Hermosa-Yatea	Sistema Guanapalo-Pauto-Meta	Bajo Cravo Sur	Río Cusiana	Río Metica	Alto Manacacias	Bajo Ariari	Sistema Duda-Lozada-Guayavero	Sistema Guaviare medio-Iteviare-Siare	Río Uva-bajo Guaviare	Estrella Fluvial de Inírida	Río Vichada	Sistema Guarrojo-Tillava-Planas	Río Tuparro	Sistema Tomo-Elvira	Sistema Mesetas-Dagua-Orinoco	Bajo Meta-Orinoco	Arauca	Medio río Meta
Amenazas																								
Ampliación de la frontera agropecuaria		M	M	M	A	A	M	A	M	A	B	M	M	B	M	B	M	B	B	A	M	A	A	M
Pesca incidental		B	M	M	B	A	B	M	M	M	B	B	B	B	M	M	M	B	B	B	B	M	A	M
Presión pesquera		B	M	M	B	A	M	M	M	M	B	M	B	M	M	M	M	B	M	M	B	M	A	M
Cacería y recolección de huevos y neonatos		B	A	M	B	O	M	M	M	M	B	M	M	B	M	M	M	B	M	M	B	A	A	M
Desarrollo vial (terrestres)		B	B	B	B	B	M	M	M	A	B	M	M	B	B	B	B	M	B	B	B	M	A	M
Centros poblados (por distancia a centros o lugares poblados)		B	M	A	B	B	M	B	B	B	B	M	B	B	M	M	B	B	B	B	M	M	A	B
Tráfico fluvial		B	B	M	M	M	M	A	M	A	B	A	M	M	M	A	B	B	B	B	B	A	A	M
Cambios en los curso de aguas (obras hidráulicas, hidroeléctricas)		M	M	M	B	B	B	M	M	M	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	B	A	M
Proyectos mineros		B	B	B	B	B	B	B	B	A	M	B	B	M	M	A	M	M	B	B	M	B	B	B
Oportunidad																								
Áreas protegidas		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B
Áreas prioritarias para la conservación		A	A	A	M	B	B	M	M	M	A	B	A	M	M	M	M	M	A	B	M	A	M	A
Áreas protegidas sociedad civil		B	B	B	M	M	M	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	M	A	B	B
Proyectos petroleros		M	A	A	B	A	M	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	M	A