



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE
VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLÓGÍA**

**Estado poblacional, uso de hábitat, anidación y distribución espacial
del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río
Capanaparo, estado Apure, Venezuela.**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela, por el bachiller Alejandro Daniel Moreno Gutiérrez como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Biología.

Tutor: Dr. César Molina

Caracas, Venezuela
Julio 2012



ACTA

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Biología para examinar el Trabajo Especial de Grado del Bachiller Alejandro Moreno, C.I.- 18.028.559, titulado “**Estado poblacional, uso de hábitat, anidación y distribución espacial del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, estado Apure, Venezuela.**”, nos hemos reunido hoy, 27 de julio de 2012, en la sala “Jesús María Pacheco” del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para atender a la defensa pública de su trabajo, después de lo cual consideramos que amerita la calificación de 19. Certificamos así que este Trabajo Especial de Grado cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Central de Venezuela para optar al título de Licenciado en Biología.



Lic. Salvador Boher
Jurado



Lic. Omar Hernández
Jurado



Dr. César Molina
Tutor

*A la memoria del primer y más grande maestro de mi vida,
mi abuelo Gregorio.
A mis alumnas favoritas: Vanessa y María Victoria.
A mis padres: Omaira y Alejandro.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Central de Venezuela por todos los recursos que ha invertido en mi formación como profesional, como investigador y como ciudadano. ¡Nuestra casa de estudios vence y seguirá venciendo las sombras!

A la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI) por brindar el apoyo económico y logístico para la realización de este importante trabajo. Un agradecimiento muy especial a Omar Hernández, que con su amplia experiencia me ayudó en casi todos los aspectos de mi tesis. Igualmente a mi tutor, César Molina, por toda la ayuda que con su experiencia me ha podido brindar. A Ernesto Boede, por la asistencia en el nacimiento de los neonatos. A Lina Mesa y Denis Marazzato por su ayuda en campo. A Álvaro Velasco, Salvador Boher y Ricardo Babarro por todas las recomendaciones en el manuscrito. Sin duda, su colaboración fue invaluable.

De igual forma al Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), a Wilmer Hernández (actual coordinador del P.N. Santos Luzardo), a Jesús Rodríguez (antiguo coordinador del parque) y especialmente a José Amauci (Guardaparques) por el apoyo prestado durante las salidas de campo. Espero que esta experiencia sirva para impulsar el programa de conservación en el parque nacional.

A mis padres, hermanos y familiares cercanos cuyo apoyo fue fundamental en la realización de este trabajo. Tantos años de educación han rendido sus frutos. Papá, mamá: ¡Lo han hecho muy bien!

A mi gran amiga Lourdes Suárez, por todas las veces que acudí a ella en busca de claridad. ¡Gracias por hacer comprensibles todos los análisis estadísticos!

También a otra amiga que hice en el camino, la profesora Mylene Gutiérrez, quien me ayudó con todo lo referente al manejo de mapas y Sistemas de Información Geográfica. Todas esas horas (...) invertidas dieron buenos resultados.

A mis amigos más cercanos, aquellos que estuvieron pendiente de mí, que me apoyaron y hasta me ayudaron: Francisco Marichal, Marlene Peticara, Draí Cabello, Vanessa Ilukewitsch, Fernando Machado, La Nena Escalona, Cristina Malpica, “Chemy” Hernández, Vicente Hernández, Jhonathan Miranda, Vanessa Vallar, Arturo Muñoz, Luis Manuel Lárez. A ConBiVe, por el apoyo institucional brindado. A todos ustedes, y a los que fueron víctima de mi (muy) mala memoria... Gracias.

No puedo cerrar este agradecimiento sin mencionar a una persona a quien debo mucho. A ti, Mariana, GRACIAS. Por todas las horas que has estado para mí, por toda la ayuda que me has brindado, por el sinfín de cosas que hemos aprendido, por todo el cariño y sobre todo... por la paciencia. Gracias de corazón.

El presente trabajo se encuentra enmarcado en un proyecto financiado por el Programa de Pequeñas Donaciones del FMAM a través de la Fundación para el Desarrollo de las Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales (FUDECI), bajo el número N° PNUD VEN/SGP/OP4/Y3/RAF/33.

RESUMEN

El estado poblacional del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) ha sido estudiado en el río Capanaparo en los años 1978, 1986-1987, 2000-2001 y 2011, encontrando una declinación poblacional importante (63,3%) durante este último período. Se realizaron censos nocturnos en cuatro sectores del río Capanaparo (Piedra Azul, El Naure, Las Campanas y Caño La Pica) y un sector del Río Cinaruco durante los meses de enero, junio y octubre. Sin embargo, los análisis estadísticos se realizaron para los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas. Se estimó un tamaño poblacional de 89 individuos mayores de 1 año en los tres sectores, obteniendo la mayor densidad en el sector Las Campanas (1,43 ind/km), seguido de El Naure (0,84 ind/km) y Piedra Azul (0,59 ind/km). Entre enero y octubre se registró una diferencia significativa ($p = 0,002$) en la abundancia poblacional. La estructura de tallas estuvo dominada por individuos juveniles (61,4%), seguido por sub-adultos (20,4%) y adultos (18,2%) durante los tres períodos estudiados. En líneas generales, la mayoría de los adultos se encontraron en aguas abiertas, al igual que los sub-adultos, mientras que los juveniles se asociaron a la interfase agua-tierra. La densidad de nidos (0,24 nidos/km; tamaño promedio $35 \pm 8,42$ huevos) en Las Campanas se ha mantenido estable en las últimas dos décadas, a pesar del impacto humano sobre los mismos. En este sector se encuentra la mayor parte de la población reproductora. Los caimanes se distribuyeron de acuerdo a un patrón uniforme, con variaciones temporales y espaciales. Se obtuvo una correlación negativa, mas no significativa ($p = 0,576$) entre la abundancia entre las babas y los caimanes. No se encontró diferencia significativa en el éxito de eclosión bajo los tratamiento de irradiación solar durante la incubación artificial de los nidos (n=6).

Palabras clave: abundancia, anidación, conservación, *Crocodylus intermedius*, distribución espacial, estructura, río Capanaparo, uso de hábitat.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	7
INDICE DE CONTENIDO	8
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE TABLAS	13
INDICE DE ANEXOS	14
INTRODUCCIÓN	16
ANTECEDENTES	25
OBJETIVOS	29
Objetivo general	29
Objetivos específicos	29
MATERIALES Y MÉTODOS	30
Área de estudio	30
Diseño muestral	34
Abundancia poblacional	36
Estructura poblacional	38
Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011	41
Distribución espacial	42
Uso de hábitat	45
Inclinación de la orilla.....	45
Tipo de vegetación sobre la orilla	45
Tipo de vegetación en el agua.....	46
Posición del individuo	47
Caracterización de los nidos	49
Tipo de orilla.....	49
Inclinación de la orilla.....	49
Vegetación sobre la orilla.....	50
Vegetación en el agua	50
Eclosión de los nidos.....	51

Relaciones de abundancia entre <i>C. intermedius</i> y <i>C. crocodilus</i>	54
RESULTADOS.....	55
Abundancia poblacional	55
Estructura poblacional.....	62
Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011	67
Distribución espacial	73
Uso de hábitat	83
Caracterización de nidos.....	91
Eclosión de los nidos.....	94
Relaciones de abundancia de <i>C. intermedius</i> y <i>C. crocodilus</i>	96
DISCUSIÓN	99
Abundancia poblacional	99
Estructura poblacional.....	103
Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011 ..	104
Distribución espacial	106
Uso de hábitat	108
Caracterización de los nidos	111
Eclosión de los nidos.....	114
Relaciones de abundancia entre <i>C. intermedius</i> y <i>C. crocodilus</i>	116
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFÍA	122
ANEXOS	133

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución probable del caimán del Orinoco en Venezuela e investigaciones realizadas durante el período 1997-2001.....	17
Figura 2. Precipitación media mensual del área de estudio.....	31
Figura 3. Ubicación del área de estudio dentro del Parque Nacional Santos Luzardo. Tomado de Llobet (2002).....	34
Figura 4. Ubicación de los sectores evaluados en el área de estudio dentro del Parque Nacional Santos Luzardo: Las Campanas, El Naure, Piedra Azul y Caño La Pica en el río Capanaparo, y el sector Río Cinaruco.....	35
Figura 5. Incubadora de huevos de <i>C. intermedius</i> ubicada en el puesto de Guardaparques en el sector La Macanilla, P. N. Santos Luzardo, estado Apure (foto: Alejandro Moreno).....	52
Figura 6. Dimensiones de la incubadora y condiciones de irradiación solar de las nidadas de <i>C. intermedius</i>	53
Figura 7. Abundancia relativa de <i>C. intermedius</i> en cinco sectores de los ríos Capanaparo y Cinaruco, estudiados durante el año 2011.....	55
Figura 8. Variación espacial y temporal de la abundancia de <i>C. intermedius</i> en el área de estudio en el año 2011.....	59
Figura 9. Prueba HSD de Tukey del ANOVA factorial.....	61
Figura 10. Estructura de tallas de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (Clase II y III), sub-adultos (Clase IV) y adultos (Clase V).....	63
Figura 11. Análisis estadístico sobre la variación temporal de la estructura de tallas: prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) con los residuales estandarizados a pequeña escala (todos los sectores) y prueba exacta de Fisher en cada sector por separado.....	64

Figura 12. Estructura de tallas de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (Clase II y III), sub-adultos (Clase IV) y adultos (Clase V).....	65
Figura 13. Análisis estadístico sobre la variación espacial de la estructura de tallas: prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) con los residuales estandarizados y prueba exacta de Fisher durante cada uno de los períodos evaluados.....	66
Figura 14. Abundancia relativa de <i>C. intermedius</i> en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas durante el año 2001 y 2011.....	67
Figura 15. Estructura poblacional de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2001 y 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (J), sub-adultos (SA) y adultos (A).....	70
Figura 16. Variación del tamaño poblacional de <i>C. intermedius</i> en el área de estudio del río Capanaparo en los años 1987 (Thorbjarnarson 1988), 2001 (Llobet 2002) y 2011 (presente estudio).....	72
Figura 17. Variación de la estructura poblacional en el río Capanaparo en los períodos 1986-1987 (Thorbjarnarson 1988), 2000-2001 (Llobet 2002) y el año 2011 (presente estudio).....	73
Figura 18. Distribución espacial de <i>C. intermedius</i> en el sector Piedra Azul del río Capanaparo en el año 2011.....	74
Figura 19. Distribución espacial de <i>C. intermedius</i> en el sector El Naure del río Capanaparo en el año 2011.....	75
Figura 20. Distribución espacial de <i>C. intermedius</i> en el sector Las Campanas del río Capanaparo en el año 2011.....	76
Figura 21. Índice de varianza:media (IVM) como medida de agregación de la distribución espacial de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo.....	78
Figura 22. Promedio de distancias entre individuos de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2011.....	80
Figura 23. Distancia promedio entre caimanes del Orinoco en el año 2001 y en el 2011 en los tres sectores evaluados del río Capanaparo.....	83

Figura 24. Dos primeros ejes de Análisis de Correspondencia que muestra la relación de los individuos según sus tallas (juveniles, sub-adultos y adultos) en cada período, con los elementos del hábitat evaluados en el río Capanaparo (posición del individuo, inclinación de la orilla y vegetación sobre la orilla y/o el agua).....	85
Figura 25. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por <i>C. intermedius</i> en los tres períodos evaluados.....	87
Figura 26. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por <i>C. intermedius</i> según la talla de individuos.....	89
Figura 27. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por <i>C. intermedius</i> en tres sectores del río Capanaparo: Piedra Azul, El Naure y Las Campanas.....	91
Figura 28. Ubicación de los nidos encontrados (n = 22) en el río Capanaparo, sector Las Campanas y desembocadura del río Riecito.....	92
Figura 29. Características de los sitios de anidación de <i>C. intermedius</i> (n= 22 nidos).....	93
Figura 30. Variación de la temperatura media de incubación durante el día bajo las condiciones de irradiación solar directa e indirecta en la Macanilla.....	95

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia relativa y número de <i>C. intermedius</i> estimado en cinco sectores de los ríos Capanaparo y Cinaruco, estudiados durante el año 2011....	57
Tabla 2. Análisis de varianza de los factores “sector” (Piedra Azul, El Naure y Las Campanas), “período” (enero, junio y octubre) y la interacción de los dos factores sobre la abundancia relativa de <i>C. intermedius</i>	60
Tabla 3. Estructura poblacional de <i>C. intermedius</i> en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas en el río Capanaparo durante el año 2011.....	62
Tabla 4. Abundancia relativa de <i>C. intermedius</i> estimada en tres sectores del río Capanaparo durante el período 2000-2001.....	68
Tabla 5. Abundancia relativa de <i>C. intermedius</i> estimada en tres sectores del río Capanaparo en el año 2011.....	69
Tabla 6. Resultados de la prueba de Wilcoxon para datos emparejados sobre la abundancia relativa en los tres sectores evaluados en el año 2001 y 2011.....	69
Tabla 7. Prueba de bondad de ajuste (χ^2) de la distribución espacial de los caimanes en el río Capanaparo a una distribución hipotética de Poisson.....	77
Tabla 8. Factor R y prueba de significancia (c) en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas en el río Capanaparo.....	79
Tabla 9. Resultados de la variación espacial de las distancias entre individuos de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2011.....	81
Tabla 10. Resultados de la variación temporal de las distancias entre individuos de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo durante el año 2011.....	82
Tabla 11. Autovalores extraídos de la matriz de datos.....	84
Tabla 12. Porcentajes de eclosión de los dos tratamientos (irradiación directa e indirecta) de incubación de nidos de <i>C. intermedius</i>	96
Tabla 13. Valores de correlación entre <i>C. intermedius</i> y <i>C. crocodilus</i> en el río Capanaparo entre períodos de muestreos y sectores.....	97
Tabla 14. Densidad de babas y caimanes en los tres sectores evaluados en el río Capanaparo en el año 2011.....	98

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de Precipitación y Temperatura de dos estaciones climatológicas ubicadas en el estado Apure.....	133
Anexo 2. Coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) de los inicios y finales de los transectos y las comunidades cercanas a los mismos, Datum WGS 84.....	134
Anexo 3. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de caimán del Orinoco (<i>C. intermedius</i>) en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas del río Capanaparo durante el año 2011.....	135
Anexo 4. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de caimán del Orinoco (<i>C. intermedius</i>) en los tres sectores del río Capanaparo durante el año 2011.....	135
Anexo 5. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de babas (<i>C. crocodilus</i>) durante enero, junio y octubre a lo largo del río Capanaparo durante el año 2011.....	135
Anexo 6 Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de babas (<i>C. crocodilus</i>) para el período de sequía y lluvia por cada sector del río Capanaparo durante el año 2011.....	136
Anexo 7. Variación temporal de uso de hábitat de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo.....	136
Anexo 7.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.....	136
Anexo 7.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.....	137
Anexo 7.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.....	137
Anexo 7.4. Microhábitat: Posición del individuo.....	138
Anexo 8. Uso de hábitat de individuos juveniles, sub-adultos y adultos de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo.....	139
Anexo 8.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.....	139

Anexo 8.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.....	139
Anexo 8.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.....	140
Anexo 8.4. Microhábitat: Posición del individuo.....	140
Anexo 9. Variación espacial de uso de hábitat de <i>C. intermedius</i> en el río Capanaparo.....	141
Anexo 9.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.....	141
Anexo 9.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.....	142
Anexo 9.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.....	142
Anexo 9.4. Microhábitat: Posición del individuo.....	143

INTRODUCCIÓN

El caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) es una de las especies de cocodrilo más amenazadas en el mundo (Godshalk 1978, Thorbjarnarson 1992, Seijas y col. 2010), debido a la excesiva explotación comercial del pasado, la cual incluyó otras especies de crocodrílidos.

Originalmente, la distribución del caimán del Orinoco se extendía a lo largo de la cuenca del Orinoco, ocupando territorio venezolano y colombiano desde el delta del Orinoco hasta el Guaviare, y aparentemente al inicio del piedemonte de la Cordillera de los Andes (Godshalk 1978, Medem 1983, Thorbjarnarson 1988, Arteaga y col. 1994, Seijas y col. 2010). En la actualidad, la mayoría de las poblaciones de *C. intermedius* están reducidas en sus números y muy dispersas, principalmente en algunos ríos de los Llanos y en algunas localidades del sur de Venezuela (Thorbjarnarson y Hernández 1992), como se muestra en la Figura 1. Las mayores poblaciones del caimán del Orinoco que se conocen en el país son las que se encuentran en el sistema de los ríos Cojedes-Sarare (Ayarzagüena 1987, Seijas y Chávez 2000, Seijas 2007), estimándose unos 699 individuos para todo el sistema (Seijas y Chávez 2000) y 100 individuos para el río Cojedes (Ávila-Manjón 2008), de los cuales hay al menos 18 hembras reproductoras (Navarro 2007), siendo las inundaciones del río la principal causa de pérdida de los nidos en esta zona. En este sistema existe una diferencia marcada en el uso del microhábitat entre caimanes y babas (los primeros se encuentran principalmente dentro del río en aguas abiertas, mientras que las babas se ubican fuera del agua,

entre la vegetación), lo cual permite la coexistencia de ambas especies (Espinosa-Blanco y Seijas 2010). Otra de las principales poblaciones del caimán del Orinoco se encuentra en el río Capanaparo (Godshalk 1978, Thorbjarnarson 1988, Thorbjarnarson y Hernández 1992, Llobet y Seijas 2003) en el que se estimaron 536 individuos para toda la cuenca (Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003). En el hato El Frío, estado Apure, existe una población de al menos 400 individuos (subadultos y adultos), establecida gracias a la reintroducción de más de 2000 ejemplares entre 1990 y 2006 en el área del Refugio de Fauna Silvestre Caño Guaritico y sus alrededores (Antelo 2008, Antelo y col. 2008).

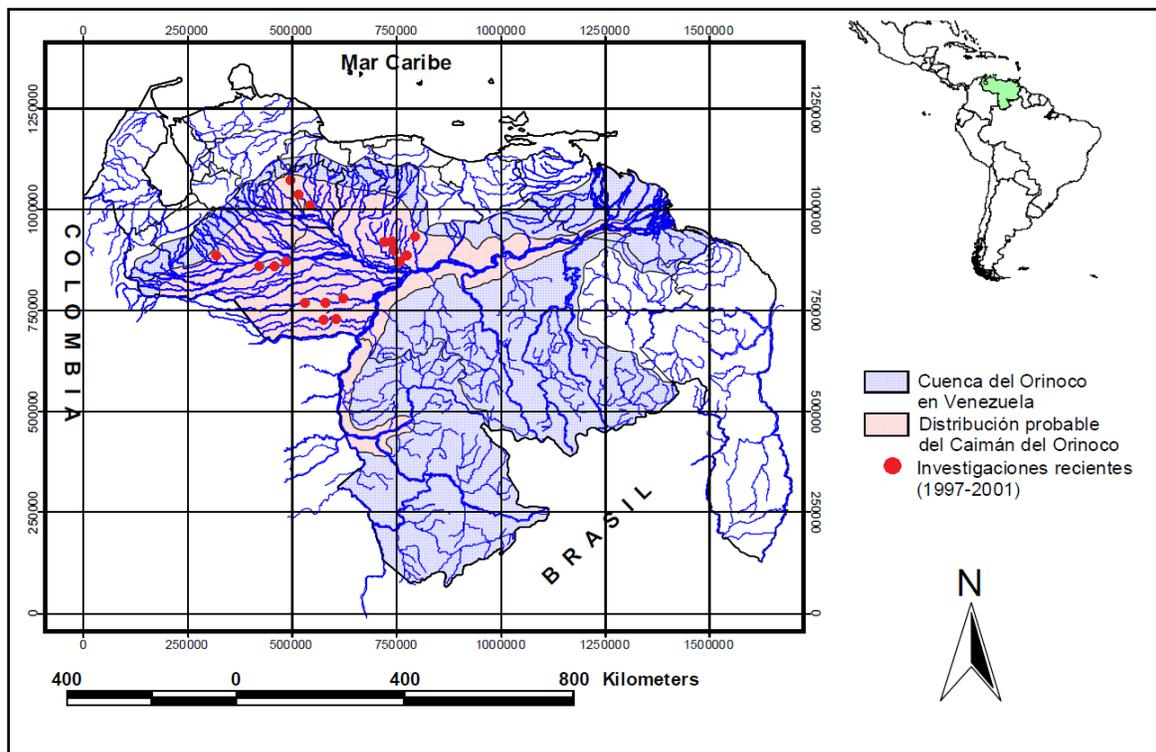


Figura 1. Distribución probable del caimán del Orinoco en Venezuela e investigaciones realizadas durante el período 1997-2001. Modificado de Llobet (2002).

Otras poblaciones más pequeñas se encuentran en los ríos Tinaco, Portuguesa, Orinoco, Meta, Zuata, Caparo, Manapire, Tucupido y Boconó (Seijas y col. 2002, Seijas 2007).

A partir del año 1991 se ha realizado un reforzamiento poblacional con un total de 7.721 crías de caimán del Orinoco liberadas en los ríos Cojedes, Orituco, Manapire y Anaro, en los Hatos El Cedral, El Frío y Garza, en los Refugios de Fauna Silvestre de la Tortuga Arrau y Caño Guaritico, en la Reserva de fauna silvestre los Esteros de Camaguán, en los Parques Nacionales Aguaro Guariquito y Santos Luzardo y en el embalse Tucupido (Seijas com. pers. 2011). Sin embargo, no se ha realizado un monitoreo sistemático que demuestre el efecto de los refuerzos en la consolidación de nuevas poblaciones en estas zonas (Seijas 2007).

El caimán del Orinoco puede encontrarse en una amplia variedad de hábitats, restringidos principalmente a ríos y llanuras inundables. Thorbjarnarson (1988) clasifica a los ríos tributarios del Orinoco en dos grandes categorías y 4 tipos:

- I. Tributarios de los Llanos
 - a) Drenaje de la Cordillera de la Costa y de los Andes
 - b) Drenaje de los Llanos
- II. Tributarios de Guayana
 - a) Ríos de aguas negras
 - b) Ríos de aguas claras

Según el autor, los ríos tributarios de los Llanos (como el río Apure y el Arauca) son los más largos y contienen una mayor cantidad de sedimentos, y representan el hábitat óptimo para *C. intermedius*. Por otra parte, los ríos tributarios de Guayana poseen una productividad primaria más baja, y a pesar de que se han reportado poblaciones de caimán del Orinoco, las mismas tienen menores densidades poblacionales. La población del río Capanaparo se encuentra en un río de clasificación intermedia entre los dos tipos debido a que recibe agua de ambos tipos de sistemas.

Durante el período de sequía o “verano” los caimanes adultos se encuentran en los grandes ríos o lagunas profundas, migrando de las lagunas poco profundas que se mantienen con poca agua o completamente secas, mientras que durante las precipitaciones del “invierno” (período de lluvias) es común encontrar adultos en las lagunas cercanas a los ríos, o en los meandros con poco caudal de estos últimos (Medem 1981, Antelo 2008). Thorbjarnarson (1988) reporta que los caimanes usan muy poco las “madre viejas” (meandros) durante el período de sequía, encontrando solamente individuos adultos en las mismas. Por su parte, los juveniles se encuentran mayormente en aguas mansas y cubiertas por vegetación flotante, donde pueden encontrar alimento y protección contra sus depredadores naturales, tales como la baba (*Caiman crocodilus*) e incluso otros individuos de *C. intermedius* adultos.

El período de anidación de *C. intermedius* ocurre desde inicios del mes de enero hasta comienzos de febrero, fechas en donde las hembras excavan nidos que contienen en promedio entre 38 y 44 huevos (Seijas y col. 2010). De acuerdo con Thorbjarnarson y Hernández (1993), las hembras muestran preferencia por el mismo sitio de anidación año tras año; sus nidos consisten en hoyos excavados en sustratos arenosos elevados con respecto al nivel de agua del río. Las hembras del caimán del Orinoco alcanzan la madurez sexual a partir de los 250 cm de largo (LT), existiendo una correlación positiva entre su tamaño y el número y tamaño de los huevos. No existe una diferencia significativa entre el tiempo de incubación de los nidos naturales y los nidos artificiales, cuya duración varía entre los 74 y los 93 días (83,5 días en promedio) (Thorbjarnarson y Hernández 1993).

El caimán del Orinoco se encuentra clasificado actualmente como una especie en Peligro Crítico según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Crocodile Specialist Group 1996, www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/5661/0, Seijas y col. 2010). Medem (1981) reseña que a finales de la década de 1920 comenzó la caza comercial de esta especie en el territorio colombiano, al igual que en el territorio venezolano, especialmente en los ríos Cinaruco y Capanaparo. El principal uso que se le daba a esta especie era en el mercado peletero, exportando pieles mayormente a Alemania, Francia y Estados Unidos. En Venezuela se estableció su veda indefinida (Decreto N° 1.485) y se declaró la especie en Peligro de Extinción (Decreto N° 1.486) en el año 1996. El comercio internacional de *C. intermedius* se encuentra regulado en el Apéndice I de CITES, en el que se incluyen las especies

que se encuentran en mayor grado de peligro y cuyo comercio internacional se prohíbe salvo cuando la importación se realice con fines no comerciales (CITES 2011, www.cites.org/esp/app/index.shtml).

Con motivo de proteger y aumentar el tamaño poblacional de *C. intermedius* en su distribución histórica, el Grupo de Especialistas en Cocodrilos de Venezuela (GECV) estableció el Plan de Acción para la Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela, promovido por FUDENA (1993), en el que se trazaron estrategias de conservación englobadas en cinco áreas de acción: a) poblaciones silvestres y su hábitat, b) cría en cautiverio, c) reintroducción, repoblamiento y seguimiento, d) educación ambiental, y d) guardería ambiental.

En 1994 el Servicio Autónomo de Fauna (PROFAUNA) del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), estableció de igual manera el Plan Estratégico para la Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela, cuya meta fue la de restablecer al menos 10 poblaciones viables en los estados Barinas, Cojedes, Apure, Portuguesa y Guárico en un lapso de tiempo de 15 años. De igual manera, en el Plan Estratégico se propuso la creación de nuevas áreas protegidas (PROFAUNA 1994).

Posteriormente, el MARNR actualizó el Plan de Acción para la Conservación del Caimán del Orinoco (Velasco 2003), cuyas acciones se centran en: a) la recolección de nidadas de poblaciones silvestres, b) incremento del número de zocriaderos cercanos a las áreas de recolección de nidadas, c) continuidad de

las acciones de refuerzo poblacional, d) realizar una propuesta para el cambio de Apéndice I a Apéndice II de CITES para poder realizar el “ranqueo” de los nidos en las principales poblaciones, y e) consolidación del intercambio internacional.

Ocho zoocriaderos privados, públicos y universitarios han realizado aportes al programa de conservación en Venezuela (Hernández 2007), de los cuales seis aún se mantienen operativos (Babarro 2008): la Estación Biológica Hato El Frío, Hato Masaguaral, UNELLEZ, Agropecuaria Puerto Miranda, FUDECI y la Estación Biológica de Rancho Grande (M. P. P. para el Ambiente, actualmente inactivo). De los anteriores, Hato Masaguaral y la Agropecuaria Puerto Miranda poseen las instalaciones más grandes, mayor número de reproductores y mayor número de reintroducciones, los cuales surten al programa de reintroducción y reforzamiento poblacional que adelanta el Ministerio del Ambiente de Venezuela con sus socios estratégicos. Uno de los mayores logros consistió en establecer una población reproductora en el Refugio de Fauna Silvestre Caño Guaritico, compuesta en un 70% por adultos y con una tasa de crecimiento mayor que en otros puntos de su distribución (Antelo 2008), lo que demuestra la viabilidad de un programa de reintroducción de esta naturaleza en el país.

Desde el año 2001 se han llevado a cabo un conjunto de talleres para la conservación del caimán del Orinoco, organizados por el Grupo de Especialistas en Cocodrilos de Venezuela, cuya tercera edición se realizó en San Carlos en el año 2007. El objetivo de esta reunión de trabajo consistió en integrar el trabajo de las personas e instituciones (públicas y ONG's) que desarrollan actividades de

conservación con esta especie, presentando para ello ponencias relacionadas con el estado poblacional, la cría en cautiverio, la educación ambiental y la situación de las áreas protegidas (Seijas 2007).

Como producto de este taller, se redactó la “Estrategia Nacional para la Conservación del Caimán del Orinoco en Venezuela y su Plan de Acción”, cuyo objetivo general consiste en “*Diseñar e implementar un conjunto de actividades orientadas a incrementar el número y tamaño de las poblaciones del caimán del Orinoco en Venezuela, hasta el punto en que se puede restablecer su valor ecológico, económico y cultural en parte de su área de distribución histórica*”. Las líneas estratégicas están orientadas a:

1. Profundizar el conocimiento de la ecología y estado actual de las poblaciones de la especie.
2. Promover la conservación *in situ*.
3. Establecer los fundamentos que conecten de manera efectiva la conservación *ex situ* con la conservación *in situ*.
4. Divulgar los conocimientos sobre la conservación, valor ambiental, económico y cultural del caimán del Orinoco.
5. Promover la participación de la sociedad en la gestión y divulgación de la conservación del caimán del Orinoco.
6. Incorporar el conocimiento de la diversidad biológica a los procesos educativos formales e informales y a la capacitación de los recursos humanos.

7. Promover el aprovechamiento sustentable de las poblaciones naturales de la especie.
8. Generar y canalizar acuerdos y alianzas interinstitucionales (OG, ONG e instituciones académicas) y recursos financieros necesarios para la implementación de la presente estrategia y su evaluación continua.

Hasta la fecha, se han realizado numerosos esfuerzos para la cría en cautiverio y reintroducción a poblaciones silvestres como parte del Programa de Conservación del Caimán del Orinoco en Venezuela, cuyo principal objetivo es la cría de caimanes con fines de reintroducción en partes de su distribución histórica (Velasco 1999) involucrando instituciones como Fudena, Wildlife Conservation Society, Venezuelan Smithsonian Project, Fudeci, Fondo Pecuario Masaguaral, Hato Puerto Miranda y la UNELLEZ, y contando con el apoyo de la Oficina Nacional de Diversidad Biológica del M. P. P. para el Ambiente y el Fonacit (Arteaga 2008). Los esfuerzos de repoblación se han llevado a cabo principalmente en los estados Cojedes, Guárico, Portuguesa y Apure.

En este contexto histórico, esta investigación pretende brindar información actualizada acerca del estado de una de las poblaciones más importantes del país, ubicada en el río Capanaparo, a la vez que busca responder preguntas relacionadas con el uso del hábitat y algunos aspectos reproductivos concernientes a la ecología de la especie en el área de estudio.

ANTECEDENTES

A pesar de que ya en la mitad del siglo XX se tenía conocimiento de la declinación poblacional y la situación al borde de la extinción del caimán del Orinoco (Medem 1958) como consecuencia de una intensa explotación comercial durante la década de 1930, no fue sino hasta el año 1978 en que se realizó el primer estudio detallado sobre el estado poblacional de esta especie en el territorio venezolano (Godshalk 1978, 1982). Este trabajo, financiado por la Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA) y llevado a cabo por el herpetólogo Robert Godshalk y el médico veterinario Evelio Sosa, consistió en la recopilación de datos sobre la distribución geográfica y tamaño poblacional actualizado de *C. intermedius* en los Llanos venezolanos. Como resultado de ese proyecto, Godshalk (1978, 1982) reporta un total de 273 individuos distribuidos en más de 3.300 km de río recorridos en bote (Guanare, Portuguesa, Cojedes, Tinaco, San Carlos, Capanaparo, Riecito, Cinaruco, Meta y Orinoco). En el río Cinaruco logra cuantificar 19 individuos, aunque la población más numerosa la encontró en el río Capanaparo, con un total de 78 caimanes. Godshalk concluyó que la población de *C. intermedius* en el país era muy baja, recomendando reforzar el sistema de vigilancia, construir zocriaderos con el fin de repoblar los ríos donde históricamente se encontraba esta especie y proteger la región occidental de Apure bajo la figura de un Parque Nacional.

Entre 1986 y 1987 se realizó un estudio para conocer la situación de la especie en la cuenca del río Portuguesa, especialmente en los ríos Cojedes y Sarare

(Ayarzagüena 1987). Allí se halló una población constituida por alrededor de 350 individuos mayores a un metro de longitud total, encontrándose severamente amenazada como consecuencia de la contaminación y la destrucción de su hábitat natural (Ayarzagüena 1987, FUDENA 1993).

Luego, Thorbjarnarson (1988) publica un extenso trabajo relacionado con el estado poblacional de *C. intermedius* en el país, así como la estructura de tallas, el uso de hábitat y la anidación de esta especie. Para tal fin realizó una serie de encuestas, recorridos diurnos y nocturnos en bote y, en su mayoría, recorridos diurnos en avión entre 1985 y 1987, comparando los resultados obtenidos para cada método. Los censos realizados durante este período abarcaron el río Orinoco y los principales ríos del estado Aragua, Delta Amacuro, Bolívar, Amazonas, Portuguesa, Guárico y Apure. En este último, realizó una estimación de la población del caimán del Orinoco para la cuenca del río Capanaparo. En líneas generales, la población más grande que encontró en el área de estudio corresponde a la del río Capanaparo, reportando una densidad promedio de 0,81 ind/km y una estimación de 443 individuos (Thorbjarnarson 1988, Thorbjarnarson y Hernández 1992).

En el año 1991 y 1992, Muñoz y Thorbjarnarson (2000) realizaron un estudio relacionado con el patrón de movimiento, supervivencia y tasa de crecimiento del caimán del Orinoco en el río Capanaparo. Para ello utilizaron la radio-telemetría como un método para realizar el seguimiento de ocho individuos liberados en un sector del río, observando que la distancia máxima de desplazamiento de un

individuo fue de 11,6 km aguas arriba, cuatro meses después de su liberación. También observaron que seis de los ocho individuos liberados se desplazaron río arriba y que inicialmente ocurre un período de mucho movimiento, volviéndose paulatinamente más sedentarios. Uno de los caimanes estudiados fue cazado accidentalmente por un cazador de babas residente.

Llobet realizó un estudio sobre el estado poblacional y uso de hábitat del caimán del Orinoco en el río Capanaparo, así como un análisis de la presión humana sobre esta especie (Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003). En dicho trabajo estimó un tamaño de 536 individuos para la cuenca del Capanaparo, incluyendo los tramos no censados durante la investigación y otros ríos y caños tributarios al mencionado río. El autor estimó un total de 382 individuos entre los sectores La Pica y Las Campanas (con una densidad promedio de 1,43 ind/km), en una extensión del río de 279,4 km. Asimismo, reportó diferencias significativas en el uso de hábitat entre los períodos hidrológicos de aguas bajas y subida de aguas, y una correlación negativa entre las abundancia de *C. intermedius* y *C. crocodilus*. Comparando los datos para el río Capanaparo, es notoria la declinación de una de las poblaciones más importantes del caimán del Orinoco en el país, junto con la población del río Cojedes (Seijas y Chávez 2000).

Llobet (2002) considera que tras ocho años de desarrollo del Programa de Conservación del Caimán del Orinoco (para el momento de su investigación), este objetivo estaba aún lejos de ser alcanzado, opinión compartida por Seijas (2003), quien hace mención a los principales factores que han impedido que el

mencionado programa haya tenido grandes avances en los últimos años, entre los que se destacan: la conflictividad de los pobladores con las autoridades ambientales en las áreas protegidas, la aún incipiente participación de las propiedades privadas en la restauración poblacional de la especie, la baja producción de crías de caimanes, la baja producción de investigaciones relacionadas con el monitoreo de las poblaciones naturales y los reforzamientos realizados anualmente, al déficit de programas de educación ambiental y la falta de un programa rutinario de protección de las poblaciones remanentes del caimán del Orinoco.

Recientemente, Antelo (2008) realizó un extenso estudio en donde analizó la morfología, biometría, estructura poblacional, crecimiento (en ambiente natural y en cautiverio), mortalidad, uso de hábitat, nicho ecológico, etología, reproducción y conservación del caimán del Orinoco en la Estación Biológica El Frío. El autor destaca el rápido crecimiento poblacional en el área de estudio como uno de los mayores incrementos reportados para esta y otras especies del mismo orden, y califica como un éxito la reintroducción y la consolidación de la población en el hato El Frío, a partir de unos pocos individuos que allí habitaban.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el estado poblacional, uso de hábitat, anidación y distribución espacial del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en tres sectores del río Capanaparo: Piedra Azul, El Naure y Las Campanas, ubicados dentro del Parque Nacional Santos Luzardo, estado Apure, Venezuela.

Objetivos específicos

1. Estimar la abundancia y estructura poblacional de *Crocodylus intermedius* y su variación espacial y temporal en el río Capanaparo, estado Apure.
2. Comparar los índices de abundancia y estructura poblacional estimados de *C. intermedius* del presente año con los estimados en el año 2001 en el río Capanaparo.
3. Evaluar el patrón de distribución espacial de *C. intermedius* en el área de estudio.
4. Evaluar el uso de hábitat de *C. intermedius* en el área de estudio.
5. Evaluar y caracterizar la distribución espacial de los nidos de *C. intermedius* en el río Capanaparo.
6. Evaluar el éxito de eclosión de las nidadas de *Crocodylus intermedius* sometidas a diferentes condiciones de irradiación solar durante la incubación *ex-situ*.
7. Evaluar las relaciones de abundancia de *C. intermedius* y *C. crocodilus* en el río Capanaparo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio corresponde al tramo del río Capanaparo ubicado entre las coordenadas UTM 19N 532199 764648 y UTM 19N 654148 776160, dentro de los límites del Parque Nacional Santos Luzardo, en el estado Apure, Venezuela. Esta área pertenece a la biorregión de los Llanos (MARN 2000, 2001), la cual se encuentra delimitada por el Sistema Montañoso del Caribe hacia el norte, el Escudo de Guayana y los Llanos colombianos hacia el sur, la Cordillera de los Andes al oeste y el Delta del Río Orinoco hacia el este (Schargel 2007).

El área de estudio se sitúa dentro de la sub-región de los llanos centrales bajos o meridionales (Aymard y González 2007), un territorio con muy poca variación altitudinal ubicado en una depresión dentro de la región de los Llanos (Thorbjarnarson 1988). Esta sub-región se caracteriza por poseer una superficie inundable durante el período de lluvias, gracias a la gran cantidad de ríos y caños que se desbordan y a los suelos poco permeables (Thorbjarnarson 1988), y un paisaje geomorfológico dominado por planicies eólicas con médanos, una sabana oligotrófica, algunos pantanos y pequeñas extensiones de suelos orgánicos (histosoles), con suelos que tienen en general un pH menor a 5,5 (Schargel 2007).

Los Llanos presentan un clima bi-estacional, con un período de lluvia y de sequía muy bien diferenciado y un régimen isotérmico durante todo el año. Esta región se

encuentra bajo la influencia de la “zona de convergencia intertropical”, en donde los vientos alisios procedentes del hemisferio norte convergen con los vientos del sur originando grandes nubes convectivas, lo que produce fuertes precipitaciones cuando este cinturón alcanza su posición más septentrional en julio, y un período de sequía cuando alcanza su posición más meridional sobre Brasil central durante el mes de enero (Duno de Stefano y Huber 2007). El período de lluvias en el río Capanaparo ocurre entre los meses de abril y noviembre, siendo julio el mes que presenta las mayores precipitaciones (Figura 2), lo cual influye en la dinámica del río (Llobet 2002). El promedio anual de precipitación es de 1642,4 mm, con una temperatura media de 27,3 °C. Los datos detallados de precipitación y temperatura se presentan en el Anexo 1.

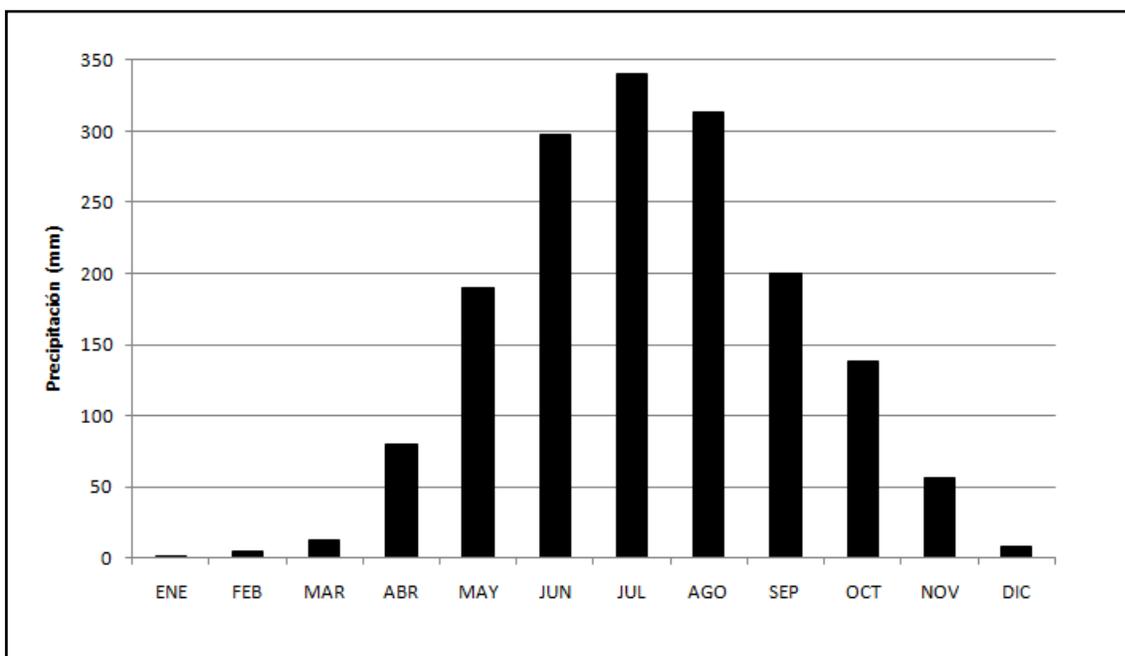


Figura 2. Precipitación media mensual del área de estudio. Datos correspondientes al promedio de la precipitación media mensual de las estaciones climatológicas San Fernando de Apure (ubicada a 10,6 km del sector La Macanilla, 63 años de registro) y Hato Urañón (ubicada a 33 km del sector La Macanilla, 24 años de registro). Datos tomados de la Propuesta de Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Santos Luzardo (sin publicar).

Durante el período de sequía se forman extensas playas de arena en la parte convexa de los meandros, como resultado de la deposición de sedimentos en estas zonas del río; por otro lado, en la parte cóncava ocurren procesos erosivos y el ángulo de la orilla es mayor. Estas características del río lo convierten en un hábitat adecuado para los caimanes, ya que cuentan con lugares para asolearse y nidificar (Llobet 2002).

Según el sistema de clasificación climática de Köepen, en los Llanos predomina el tipo **Awi**, definido como “cálido lluvioso tropical, de sabanas y bosques tropicales semi-secos con un solo máximo de precipitación a mitad de año, junio-julio, con 7 a 6 meses lluviosos” (Duno de Stefano y Huber 2007). Debido a las características de temperatura y precipitación antes descritas, se puede establecer la zona de vida del bajo llano como Bosque Seco Tropical, según el sistema de clasificación de Holdridge, aunque en la actualidad la extensión del bosque seco se ha reducido notablemente a lo largo del territorio debido a la tala y la quema producidas por los pobladores durante el desarrollo de sus actividades económicas.

Los bosques de galería de la región comprendida entre los ríos Capanaparo y Cinaruco están dominados la chiga (*Campsiandra implexicaulis*) y por especies de afinidad amazónica, como *Laetia suaveolens*, *Mabea taquari* y *Pouteria elegans* (Aymard y González 2007). La sabana de los Llanos está dominada por un estrato herbáceo de gramíneas más o menos denso y continuo, principalmente por la “paja saeta” (*Trachypogon spicatus*) y los géneros *Axonopus*, *Panicum* y

Paspalum (Huber 2007). En las sabanas arbustivas y las arboladas bajas se encuentran generalmente tres especies leñosas: el chaparro (*Curatella americana*), el alcornoque (*Bowdichia virgilioides*) y el manteco (*Byrsonima crassifolia*), mientras que en las sabanas inundables (por exceso de lluvias que se acumulan en zonas de mal drenaje) es común observar arbustos, árboles bajos o palmas, como es el caso de los “congriales” en donde predomina el congrio (*Acosmium nitens*), “saladillales” dominados por *Caraipa llanorum* y los “morichales” caracterizados por la presencia de la palma moriche (*Mauritia flexuosa*) (Huber 2007).

El Parque Nacional Santos Luzardo se encuentra delimitado por el río Capanaparo al norte, el río Cinaruco al sur, el río Orinoco al oeste y la línea divisoria de los municipios Pedro Camejo y Achaguas al oeste (Figura 3).

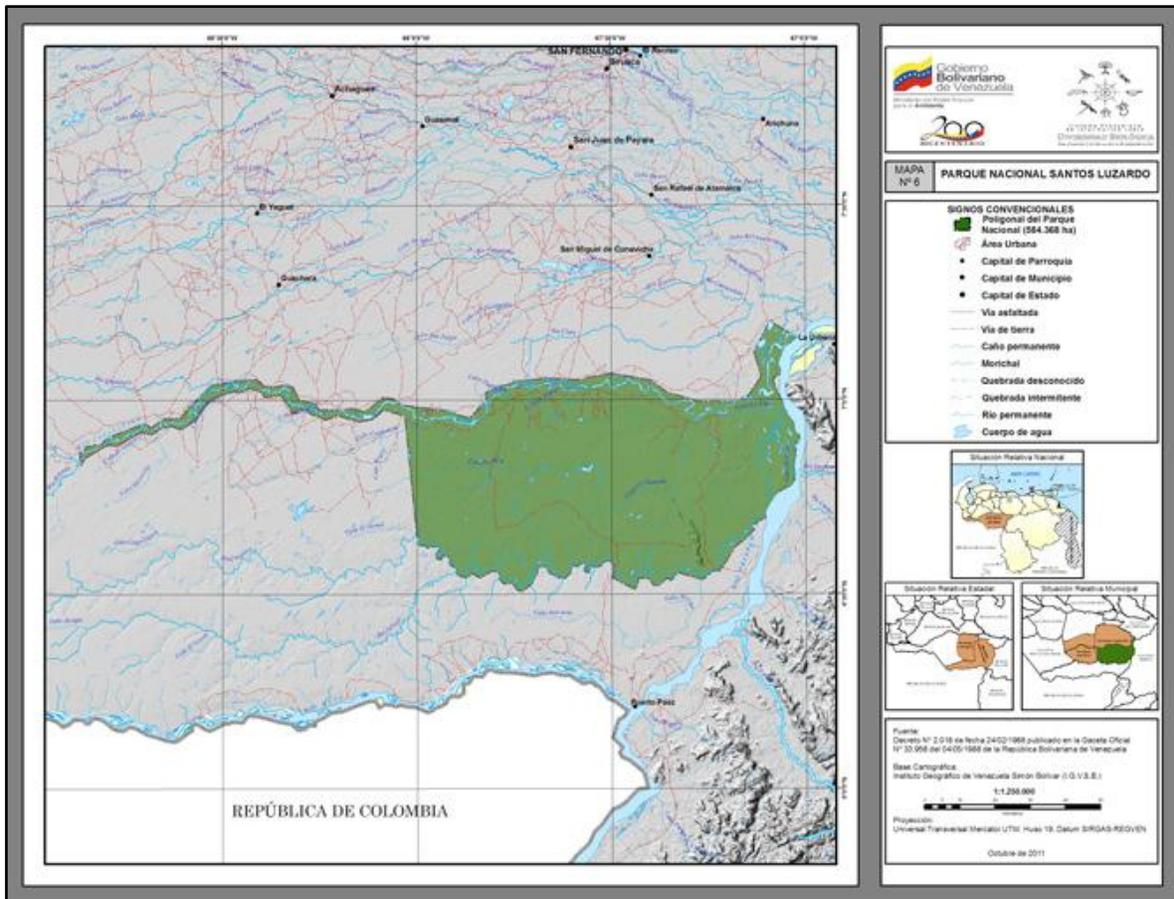


Figura 3. Ubicación del área de estudio dentro del Parque Nacional Santos Luzardo. Los ríos Cinaruco y Capanaparo fluyen en dirección Oeste-Este. Tomado del Sistema Venezolano de Información sobre Diversidad Biológica (<http://bit.ly/PAWCqg>).

Diseño muestral

Dentro del Parque Nacional se establecieron doce transectos: tres se ubicaron en el sector Piedra Azul, tres en el sector El Naure, dos en el sector Las Campanas, dos en el sector Caño La Pica y dos en el río Cinaruco (Figura 4). Las coordenadas de las secciones y localidades se presentan en el Anexo 2.

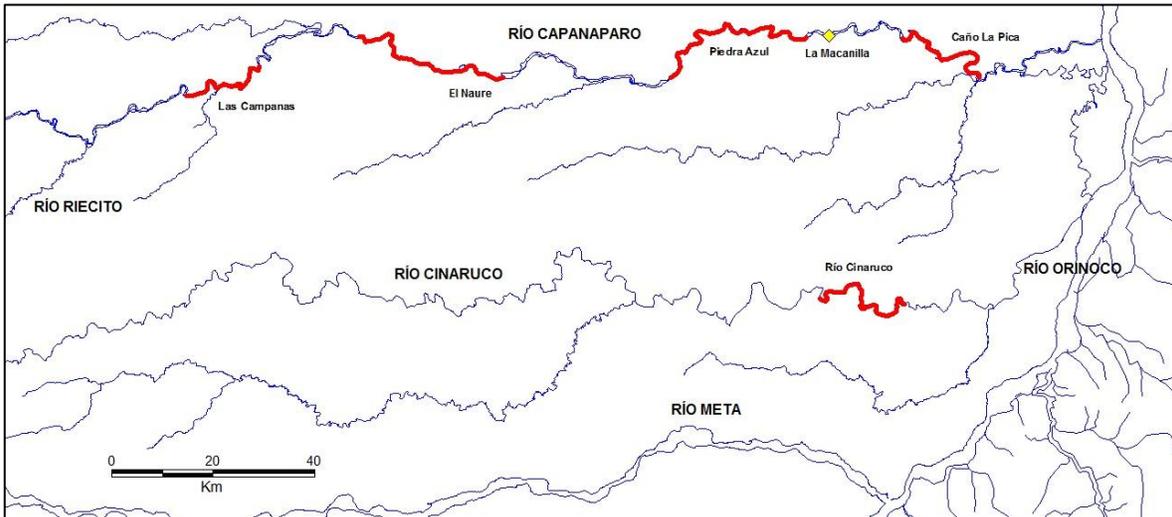


Figura 4. Ubicación de los sectores evaluados en el área de estudio dentro del Parque Nacional Santos Luzardo: Las Campanas, El Naure, Piedra Azul y Caño La Pica en el río Capanaparo, y el sector Río Cinaruco.

En lo sucesivo, cada transecto recibe el nombre de “sección”, mientras que “sector” corresponde a los tres transectos de Piedra Azul y El Naure, y a los dos transectos de Las Campanas, Caño La Pica y río Cinaruco, respectivamente. En total se muestrearon aproximadamente 162 km de río. Los censos de caimanes y búsqueda de nidos se realizaron siempre con la asistencia de un indígena baquiano y un guardaparques, y en algunas ocasiones con asistencia del superintendente del P. N. Santos Luzardo, quienes poseen amplio conocimiento sobre la ubicación de las áreas de anidación y las rutas fluviales y terrestres dentro del Parque Nacional.

Abundancia poblacional

Se realizaron conteos nocturnos de caimanes del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) y de babas (*Caiman crocodilus*) en los meses de enero, junio y octubre de 2011. Durante los mismos se recorrieron en bote los ocho transectos ubicados en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas en el río Capanaparo, siguiendo la metodología de Chabreck (1963) y Llobet (2002). En los meses de junio y octubre se evaluaron, adicionalmente, los sectores Caño La Pica y río Cinaruco; sin embargo los registros obtenidos en estos dos sectores solo se tomaron en cuenta para el cálculo de abundancia poblacional, y se excluyeron del resto de los análisis realizados en este trabajo.

Durante la evaluación se utilizó un bote de aluminio de 16 pies de eslora impulsado por un motor fuera de borda de dos tiempos (40 hp) en la salida de enero, y un motor de cuatro tiempos (50 hp) en las evaluaciones de junio y octubre. Los conteos se realizaron por una ribera del río, y posteriormente por la ribera opuesta.

Se utilizó un faro piloto de 400.000 candelas conectado a una batería para avistar a los animales por el brillo de los ojos. Se realizó la mayor aproximación posible para lograr la identificación de la especie, así como para estimar la longitud total (LT) del individuo. Simultáneamente, se registró la ubicación geográfica con un GPS (GPSmap 60CSx Garmin ©) de cada individuo observado.

El índice de abundancia relativa se calculó tanto para caimanes como para babas, tomando en cuenta el número de individuos registrado por kilómetro de río muestreado (ind/km). Estos resultados fueron analizados comparando los índices entre secciones del río Capanaparo y entre los períodos muestreados (enero, junio y octubre), con la finalidad de establecer la variación espacial y temporal de la abundancia de ambas especies de cocodrilianos. El tamaño mínimo de la población se calculó mediante el método de máximos y mínimos utilizado por Llobet (2002), en donde el número mínimo de individuos estimados por cada clase o talla es el máximo valor observado en cada sector, independientemente del período al que este valor corresponda.

A fines de comprobar si existe una variación temporal y espacial de la abundancia a lo largo del río muestreado, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) factorial tomando en cuenta los dos factores antes mencionados (períodos y sectores evaluados). Este análisis se realizó luego de comprobar los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (prueba de Levene) de las distribuciones (Kuehl 2001).

Posteriormente se realizó una prueba HSD de Tukey para determinar el grupo que presenta diferencias significativas con respecto a los demás grupos del mismo factor. Los cuatro análisis estadísticos mencionados se realizaron utilizando el software STATISTICA 8.0 ©.

Estructura poblacional

Para estimar la estructura de tallas, los caimanes encontrados se clasificaron según su tamaño en cinco categorías (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2000):

- Clase I: Longitud total (LT) menor a 60 cm.
- Clase II: Longitud total (LT) entre 60 y 119 cm.
- Clase III: Longitud total (LT) entre 120 y 179 cm.
- Clase IV: Longitud total (LT) entre 180 y 239 cm.
- Clase V: Longitud total (LT) mayor o igual a 240 cm.

Los individuos neonatos (Clase I) se contabilizaron pero no se consideraron para el cálculo de la abundancia (Llobet 2002, Navarro 2007, Ávila-Manjón 2008), estructura de tallas (Seijas y Chávez 2000), ni el resto de los análisis estadísticos o cualitativos, debido a que su presencia se encuentra acotada en el período de lluvias, y su distribución espacial depende de la distribución de sus progenitoras en los primeros meses de sus vidas. Se consideraron a los individuos de la Clase II y Clase III como juveniles, a los de la Clase IV como sub-adultos y a los ejemplares de la Clase V como adultos (Seijas 1998, Seijas y Chávez 2000). Sin embargo, con el fin de comparar resultados obtenidos por Thorbjarnarson (1988, 1992) y Thorbjarnarson y Hernández (1992) en la misma área de estudio, se utilizaron paralelamente categorías de tamaño de 50 cm descritas por dichos autores. La razón de esto se debe a que las categorías utilizadas por los autores

mencionados difieren entre ellos, por lo cual se realizó la categorización de acuerdo a cada autor con fines comparativos.

Cuando no se identificó con certeza si el ejemplar observado era *C. intermedius* o *C. crocodilus*, el mismo fue cuantificado en una de las siguientes categorías: “no identificado Probable Caimán” (PC) o “no identificado Probable Baba” (PB). En los casos en que no se pudo realizar la identificación, el ejemplar se contabilizó como “no identificado” (NI) (Llobet 2002). Las categorías PC, PB y NI no fueron tomadas en cuenta en ninguno de los análisis estadísticos correspondientes a los datos del año 2011. Sin embargo, la categoría PC fue incluida en los análisis en donde se realizó comparaciones entre el año 2001 y el 2011, con la finalidad de replicar la metodología utilizada en el estudio anterior (Llobet 2002).

Los criterios que se utilizaron para asignar un ejemplar a las categorías antes mencionadas están relacionados con el comportamiento y el uso del hábitat (Thorbjarnarson 1988); los caimanes son frecuentemente encontrados en aguas abiertas, lejos de la orilla, y suelen ser más cautelosos que las babas. Un caimán típico mantiene solamente los ojos y la punta del hocico apenas por encima de la superficie del agua, y los individuos más grandes frecuentemente se sumergen cuando el bote aún se encuentra alejado unos 25 metros. Las babas frecuentemente mantienen la cabeza fuera del agua, permiten una aproximación menor a 5 metros en bote y raramente son observadas en aguas abiertas o alejadas de la orilla. Para determinar la estructura de tallas se utilizó el método de máximos y mínimos antes descrito.

Con respecto al análisis de variación de estructura de tallas, se realizó una prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) (Daniel 2008) para analizar la variación de la estructura de tallas a nivel temporal (tomando en cuenta todos los sectores) y espacial (tomando en cuenta todos los períodos). En el análisis espacial la hipótesis nula consistió en que la proporción de juveniles, sub-adultos y adultos de un sector no es distinta a la proporción de juveniles, sub-adultos y adultos de otro sector que se esté comparando. En el análisis de variación temporal, la comparación fue de la estructura de tallas del período más reciente con respecto a la del período anterior, y no al contrario. Se evaluó la significancia de la variación espacial y temporal mediante los residuales estandarizados de la prueba de homogeneidad de proporciones (Kuehl 2001).

La comparación de las proporciones de tallas a una mayor escala (cada período y cada sector) se realizó mediante la prueba exacta de Fisher (Daniel 2008), con la finalidad de compactar las categorías de tallas y obtener un mayor tamaño muestral en las mismas. Las categorías utilizadas consisten en la condición reproductiva de los individuos: pre-reproductivos (juveniles y sub-adultos) y reproductivos (adultos).

Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011

La abundancia obtenida en el estudio realizado por Llobet (2001) en el río Capanaparo fue comparada con la obtenida en el presente trabajo. Dicha comparación fue realizada mediante una prueba de rangos de Wilcoxon para datos emparejados (Siegel 1995) con el fin de evaluar la abundancia poblacional durante el mes de junio de ambos períodos, siendo éste el único mes en que ambos estudios coinciden. Este análisis se realizó tanto para cada sector por separado como para el conjunto de los tres sectores. Adicionalmente, se realizó un análisis cualitativo sobre las tendencias de ambos períodos, tanto para abundancia como para estructura poblacional. Es importante señalar que para este objetivo se tomó en cuenta la categoría “no identificado Probable Caimán” (PC) del presente estudio, con el fin de que los resultados sean comparables con los obtenidos en el 2001. Sin embargo, no se pudo realizar un análisis estadístico sobre la estructura de tallas de ambos períodos debido a que Llobet (2001) no reportó la estructura de tallas discriminada por meses, sino que lo hizo según el método de máximos y mínimos entre noviembre de 2000 y junio de 2001.

Por último, se realizó una comparación gráfica entre las abundancias y estructuras de tallas obtenidas en el río Capanaparo durante los años 1987 (Thorbjarnarson 1988), 2001 (Llobet 2002) y el año 2011 (presente estudio). Los software utilizados para los análisis estadísticos fueron STATISTICA 8.0© (prueba de Wilcoxon) y PAST 2.10© (prueba de chi cuadrado χ^2). Los residuales estandarizados de las pruebas de chi cuadrado (χ^2) fueron calculados y graficados sin ayuda de un

software estadístico, dividiendo los residuos (diferencia entre frecuencias observadas y esperadas) entre la raíz cuadrada de las frecuencias esperadas (Kuehl 2001):

$$RE = \frac{O - E}{\sqrt{E}}$$

donde O representa la frecuencia observada y E la frecuencia esperada.

Distribución espacial

El análisis espacial se realizó bajo la hipótesis nula de que la población evaluada en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas se distribuye de acuerdo a un patrón aleatorio (distribución de Poisson), aplicando tres metodologías distintas.

El primer método implicó la prueba de bondad de ajuste (χ^2) a una distribución teórica de Poisson (Daniel 2008):

$$P_x = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

donde P_x representa la probabilidad de ocurrencia de x individuos en una cuadrícula, λ (lambda) es la media poblacional del número de individuos en una cuadrícula, y $e = 2,7183$ (Daniel 2008).

Para ello se dividieron los sectores en tramos de 1 km y se cuantificó el número de individuos en cada uno de ellos. Las frecuencias obtenidas se compararon con el

modelo de distribución teórica de Poisson, utilizando el programa STATISTICA 8.0©.

Posteriormente, se calculó el índice de varianza:media (IVM) (s^2/\bar{x}), como un índice de agregación o de desviación de la distribución de Poisson, debido a que esta distribución posee una relación de varianza/media igual a 1 (Daniel 2008). Esto se aplicó para cada sector y por períodos con fines comparativos. Los valores de este índice nos indican una de estas tres posibilidades:

- Es igual a 1 cuando la disposición espacial es aleatoria, definiendo aleatoriedad como que la distribución espacial observada se ajusta perfectamente a una distribución teórica de Poisson
- Es igual a 0 cuando la varianza es nula, es decir, todas las cuadrículas contienen el mismo número de individuos, o en otras palabras, la disposición espacial es uniforme;
- Alcanza su máximo valor cuando todos los individuos se sitúan en sólo una cuadrícula, dejando las restantes vacías, es decir, la agregación es máxima.

Se utilizó el método del “vecino más cercano” de Clark y Evans (1954) para cada sector evaluado durante cada período. Para ello se calculó la distancia a lo largo del río que existe entre un individuo y el individuo más cercano a él, utilizando el software *MapInfo 10*© para el manejo de un Sistema de Información Geográfico. De esta manera se realizó el cálculo de las distancias para todos los individuos

registrados, obteniendo la distancia media observada, y posteriormente se calculó la distancia media esperada. El factor (R) que resulta al dividir la distancia media observada entre la distancia media esperada es una medida que indica la “aleatoriedad” de la distribución de la población. El valor del factor $R = 0$ indica una condición de máxima agregación, en donde todos los individuos de la población ocupan el mismo lugar (y por consiguiente la distancia al vecino más cercano es igual a 0), mientras que una población con $R = 1$ posee una distribución aleatoria. Cuando el factor R es mayor a 1, la distribución tiende a ser regular, hasta alcanzar el valor teórico $R = 2,1491$; en cuyo caso la población tiende a una “máxima uniformidad” en su distribución espacial (Clark y Evans 1954). El coeficiente “c” representa el nivel de significancia del método; cuando $c = 1,96$ el nivel de significancia es de 5%.

En base a las distancias del método del “vecino más cercano” durante el año 2011, se realizaron comparaciones a nivel espacial (entre sectores) y temporal (entre meses) mediante el análisis de varianza unifactorial por rangos de Kruskal-Wallis (Siegel 1995) para ambos casos. Posteriormente se realizaron pruebas pareadas de comparación de medias de Mann-Whitney (Siegel 1995) con el fin de determinar si una o más muestras son significativamente distintas en cuanto a las distancias entre individuos de *C. intermedius*.

Las variables “distancia al vecino más cercano” y “número de individuos” se correlacionaron mediante un análisis de Spearman (Siegel 1995) con el fin de

establecer una relación entre la abundancia poblacional y la distancia entre los individuos de *C. intermedius* en el río Capanaparo.

Adicionalmente se realizó una comparación cualitativa con respecto a las distancias del método del “vecino más cercano” entre el período 2000-2001 y el año 2011. Llobet (2001) reporta únicamente los promedios de distancia para cada sector, por lo que no se pudo hacer un análisis estadístico comparativo.

Uso de hábitat

Para cada individuo encontrado durante los conteos, se consideraron las siguientes variables utilizadas por Llobet (2002):

Inclinación de la orilla

- a) Playa (P): ángulo de inclinación de la orilla menor a 30°.
- b) Barrancada (BA): ángulo de inclinación de la orilla entre 30 y 60°.
- c) Barranco (B): ángulo de inclinación de la orilla entre 60 y 90°.
- d) Inundado (N): orilla no visible cubierta de agua.

Esta variable se determinó cualitativamente por el investigador, tomando en cuenta el punto perpendicular hacia la orilla desde el individuo observado.

Tipo de vegetación sobre la orilla

- a) Bosque (B): asociación vegetal caracterizada por presentar árboles y arbustos mayores de 2 m. Algunas especies que componen esta variable

son la Chiga (*Campsiandra angustifolia*), Cimbrapotro (*Zygia inaequalis*), Brasil (*Myrcia* sp.), Querebere (*Coupeia paraensis*), Camasillo (*Simira rubescens*), Salado (*Vochysia venezuelana*), Caramacate (*Dalbergia* sp.) y Cacaíta (*Salacia* sp.).

- b) Vegetación Arbustiva (A): vegetación de tamaño menor de 2 m cuyo tronco se ramifica desde la base, como la Guayabita o Zarizo (*Psidium maribense*).
- c) Vegetación Herbácea (HE): vegetación de tallo no leñoso, presente en la parte baja de las barrancadas y playas. Algunas de las especies más comunes son la Clavellina morada (*Ludwigia decurrens*), Pata de garza (*Ludwigia* sp.), Grama (*Cyperus frivulgensis*) y Paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*).
- d) Sin Vegetación (N): ausencia de vegetación sobre la orilla y sus proximidades.

Tipo de vegetación en el agua

- a) Vegetación Arbustiva (A): vegetación de tamaño menor de 2 m cuyo tronco se ramifica desde la base.
- b) Vegetación Emergente (VE): árboles vivos o muertos (ramas, troncos, caramas) que sobresalen del agua.
- c) Vegetación Herbácea (HE): vegetación de tallo no leñoso, entre las cuales se encuentran la Clavellina morada (*Ludwigia decurrens*), Pata de garza (*Ludwigia* sp.), Grama (*Cyperus frivulgensis*) y Paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*).

- d) Vegetación Acuática (VA): macrófitas flotantes, como la Bora (*Eichhornia sp.*).
- e) Sin Vegetación (N): ausencia de vegetación en el agua.

Posición del individuo

Se tomó en consideración la ubicación relativa de cada uno con respecto a la orilla y/o el agua:

- a) Individuos en Aguas Abiertas (AA): ubicados relativamente alejados de la orilla, en zonas con suficiente profundidad como para no estar en contacto con el lecho del río.
- b) Individuos entre vegetación en aguas abiertas (AA/EV): ubicados en zonas relativamente alejadas de la orilla y profundas, cercanos a ramas secas o troncos que sobresalen del agua.
- c) Individuos en interfase agua-tierra (AT): ubicados parcialmente o totalmente en el agua pero en contacto con el lecho del río, independientemente de la distancia a la orilla.
- d) Individuos entre vegetación en interfase agua-tierra (AT-EV): ubicados parcialmente o totalmente en el agua, entre la vegetación (vegetación viva emergente, caramas o macrófitas flotantes).
- e) Individuos sobre la orilla (SO): individuos con el cuerpo completamente fuera del agua.
- f) Individuos entre vegetación sobre la orilla (SO/EV): individuos sobre la orilla, en zonas con vegetación terrestre.

En lo concerniente al análisis de los datos, se realizó la prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) (Daniel 2008) para los microhábitats: inclinación de la orilla, vegetación sobre la orilla, tipo de vegetación en el agua y posición del individuo, comparando los períodos, sectores y tallas de los individuos asociados a dichas variables. Adicionalmente, se calcularon los residuales estandarizados (Kuehl 2001) para cada microhábitat evaluado.

Se representó de manera gráfica la asociación entre los microhábitats estudiados y los individuos a través de un Análisis de Correspondencia (Legendre y Legendre 1998) utilizando el software PAST 2.10©. Para ello se tomó en cuenta la posición del individuo, la inclinación de la orilla y la vegetación. Para este análisis, las categorías de vegetación antes descritas se agruparon en las siguientes:

- a) Presencia de vegetación en la orilla y/o agua (CV): formada por las categorías B, A y HE de la variable “vegetación sobre la orilla” y A, VE, HE y VA de la variable “vegetación sobre el agua”.
- b) Ausencia de vegetación en la orilla y en el agua: formada por la categoría N (sin vegetación) de las dos variables de vegetación.

Caracterización de los nidos

En el mes de febrero de 2011 se realizó la búsqueda y caracterización de los nidos de caimán del Orinoco en el río Capanaparo. Durante cinco días se realizaron recorridos diurnos en bote y se buscaron huellas de caimán en la arena, especialmente en barrancadas semidesnudas, en ambas márgenes del río.

Se le asignó el nombre rastro de caimán (RC) a aquellos nidos en donde la totalidad de los huevos se encontraron depredados o ausentes, a pesar de existir indicios de postura recientes como huellas frescas, o restos de cáscaras de huevos en la superficie. El nombre nido de caimán (NC) se asignó a aquellas nidadas cuyos huevos estuvieron presentes, independientemente de su viabilidad.

Para evaluar el hábitat de los nidos, luego de georreferenciarlos, se utilizaron las siguientes variables:

Tipo de orilla

- a) Recta (R).
- b) Cóncava o externa (E) del meandro.
- c) Convexa o interna (I) del meandro.

Inclinación de la orilla

- a) Playa (P): ángulo de inclinación de la orilla menor a 30°.
- b) Barrancada (BA): ángulo de inclinación de la orilla entre 30 y 60°.

- c) Barranco (B): ángulo de inclinación de la orilla entre 60 y 90°.

Vegetación sobre la orilla

- a) Vegetación Arbustiva (A): vegetación de tamaño menor de 2 m cuyo tronco se ramifica desde la base, como la Guayabita o Zarizo (*Psidium maribense*).
- b) Troncos (AS): troncos o ramas secas ubicadas sobre la orilla.
- c) Sin Vegetación (N): ausencia de vegetación sobre la orilla y sus proximidades.

Vegetación en el agua

- a) Vegetación Emergente (AV): árboles y arbustos vivos que sobresalen del agua, como el mangle (*Coccoloba ovata*).
- b) Troncos (AS): troncos o ramas secas que sobresalen del agua.
- c) Sin Vegetación (N): ausencia de vegetación en el agua.

Además se estimó la distancia del nido a la orilla, así como la distancia a la vegetación más cercana y la altura del nido con respecto al nivel del agua.

Posteriormente a estas mediciones y removida la arena, se realizó la cuantificación y traslado de los huevos de caimán del Orinoco. Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo los protocolos estandarizados para la manipulación y traslado de huevos de reptiles, colocando arena en el fondo de una bolsa grande dispuesta dentro de una cesta, la cual a su vez reposa sobre una capa gruesa de

plástico de burbujas (utilizado para el embalaje de equipaje) con el fin de amortiguar el movimiento vibratorio durante el traslado en bote. Seguidamente se colocaron los huevos en el interior de la cesta en la misma posición en que se encontraron en condiciones naturales, es decir, evitando que los mismos quedaran inclinados o volteados. No se realizó la biometría de los huevos, ya que durante su manipulación se podría rotar o realizar un movimiento brusco, que podría conducir a la muerte del embrión. Con una cinta métrica, se tomaron las medidas del diámetro y profundidad del nido, a la vez que se registró la temperatura de la superficie y del nido utilizando un termómetro digital.

Se realizó una prueba de bondad de ajuste a una distribución de Poisson (Daniel 2008) para evaluar la distribución espacial de los nidos (nidos intactos y depredados) de *C. intermedius* en el río Capanaparo. En caso de que la distribución de los nidos no resultara aleatoria, se calculó el índice de varianza:media (s^2/\bar{x}) para determinar el patrón según el cual los mismos se distribuyen.

Eclosión de los nidos

Las nidadas encontradas se trasladaron hacia una incubadora ubicada en la sede de Inparques en el sector La Macanilla (Figura 5), en donde se colocaron bajo dos condiciones de irradiación solar (Figura 6): un grupo se colocó en la arena debajo de una malla de sombra, evitando que la irradiación solar incidiera directamente sobre la superficie, a la vez que permitiera el intercambio gaseoso de la misma;

mientras que otro grupo se colocó en la arena sin malla. Ambos grupos de nidadas fueron colocados a una profundidad de 40 cm y bajo una malla de alambre para protegerlos de los depredadores. En la arena se enterraron de manera vertical varios tubos horadados de plástico, cerrados por uno de sus extremos, con el fin de suministrarles suficiente agua para mantener húmeda la arena.



Figura 5. Incubadora de huevos de *C. intermedius* ubicada en el puesto de Guardaparques en el sector La Macanilla, P. N. Santos Luzardo, estado Apure (foto Alejandro Moreno).

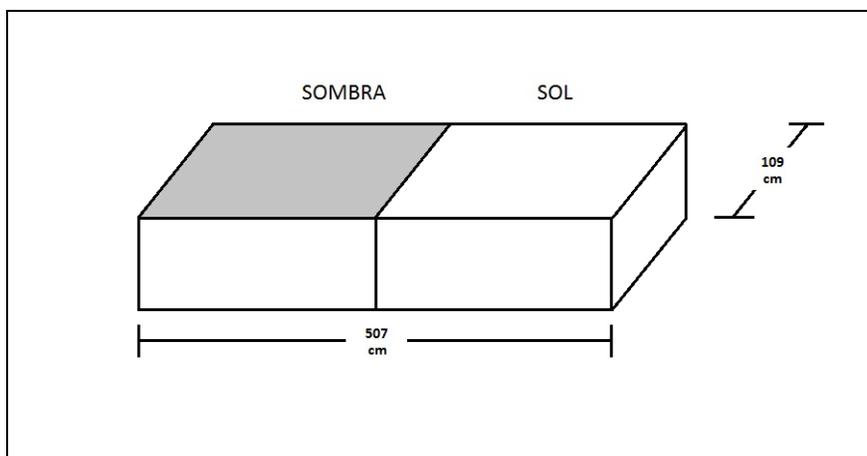


Figura 6. Dimensiones de la incubadora y condiciones de irradiación solar de las nidadas de *C. intermedius*. Elaboración propia.

Una vez por semana, se registró la temperatura de los nidos en la incubadora a una profundidad de 40 cm en ambos tratamientos (sol y sombra). Al terminar la eclosión de los huevos, los neonatos de cada nido fueron colocados en una ponchera, y se desinfectaron con una dilución de 1 cc de Mixosán® (desinfectante cuyo componente activo es amonio cuaternario) en 18 l de agua. Seguidamente, en las primeras 6 horas post-eclosión, se colocaron en una ponchera limpia sin agua y cubiertos parcialmente en una habitación tranquila con el fin de evitar que la luz y el ruido perturbaran a los neonatos. Después de este tiempo se les colocó agua limpia en la ponchera hasta el día siguiente, donde se realizó el recambio de agua limpia de manera periódica hasta el sexto día. Durante todo este período no se les suministró alimento a los neonatos, de manera que el contenido del saco vitelino se hubiese consumido. Después del quinto día los individuos fueron trasladados al zocriadero de FUDECI en Puerto Ayacucho (estado Amazonas) y se ubicaron en tanquillas en donde se realizó el manejo y cuidado de los mismos durante un año.

La eclosión se evaluó en términos de porcentaje de individuos nacidos vivos, como un índice del éxito de eclosión. Para evaluar si existe diferencia en el éxito de eclosión en función de las condiciones de cada grupo durante el tiempo de incubación (irradiación solar directa e indirecta), se realizó una prueba de comparación de medias (U de Mann-Whitney) entre ambos grupos (Siegel 1995), debido al reducido tamaño muestral. Por otra parte, a fines de comprobar si existe una diferencia de temperatura entre ambos tratamientos, se realizó una Prueba de Rangos de Wilcoxon para datos emparejados (Siegel 1995) para cada hora en la que se registró la temperatura, ya que no existe independencia entre los registros de ambos tratamientos.

Relaciones de abundancia entre *C. intermedius* y *C. crocodilus*

Para comparar las relaciones de abundancia entre *C. intermedius* y *C. crocodilus* en el río Capanaparo, se realizó un análisis de correlación de Spearman (Siegel 1995) entre las abundancias poblacionales de ambas especies para cada período y cada sector evaluado, así como para la totalidad de las observaciones.

RESULTADOS

Abundancia poblacional

El mayor índice de abundancia relativa (número de individuos observados por kilómetro de río recorrido) se obtuvo en el sector Las Campanas en octubre, con un valor de $1,43 \pm 0,54$ ind/km, mientras que en el Sector Piedra Azul se registró el menor valor de abundancia ($0,05 \pm 0,08$ ind/km) en el mes de enero. En el sector Caño La Pica no se observaron caimanes durante los meses evaluados (junio y octubre), mientras que en el sector río Cinaruco se observaron valores de $0,10 \pm 0,14$ ind/km en junio y $0,07 \pm 0,09$ ind/km en octubre. En el mes de enero no se evaluó el sector Caño La Pica, afluente del río Capanaparo, ni el sector correspondiente al río Cinaruco (Figura 7).

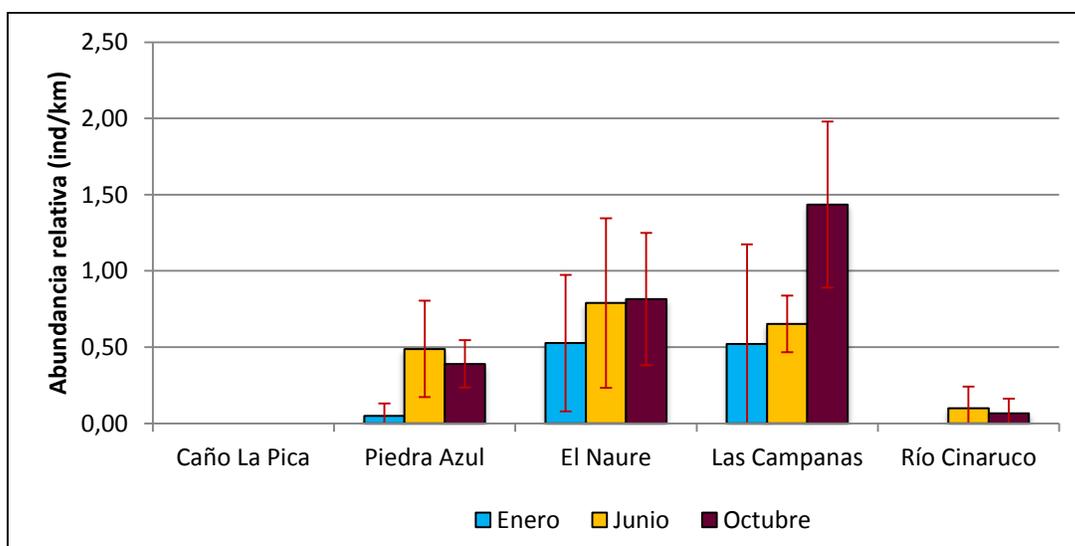


Figura 7. Abundancia relativa de *C. intermedius* en cinco sectores de los ríos Capanaparo y Cinaruco, estudiados durante el año 2011. Las barras indican la desviación estándar (DE).

Las Campanas representa el sector con mayor abundancia (1,43 ind/km) y mayor variación temporal entre enero y octubre (desviación estándar 0,49 ind/km) en el río Capanaparo. El sector Piedra Azul posee la menor abundancia (0,59 ind/km) y una variación intermedia (0,23 ind/km), mientras que en El Naure se registró la menor variación temporal (abundancia relativa 0,84 ind/km; desviación estándar 0,16 ind/km). En términos generales, se observa un incremento de abundancia poblacional a medida que los sectores alejan del principal centro poblado (La Macanilla).

Por otra parte, el sector que presentó mayor variación en la abundancia relativa entre secciones fue Las Campanas en enero, con una desviación estándar de 0,65 ind/km, seguido por El Naure (0,56 ind/km) y Piedra Azul (0,32 ind/km), ambos en junio (Figura 7).

Se obtuvo el valor máximo de abundancia relativa de 1,77 ind/km en la sección C1 del sector Las Campanas durante el mes de octubre (Tabla 1). En las secciones P1 y P3 del sector Piedra Azul durante el mes de enero, al igual que en las dos secciones del sector Caño La Pica, se registraron las menores abundancias (0 ind/km).

Tabla 1. Abundancia relativa y número de *C. intermedius* estimado en cinco sectores de los ríos Capanaparo y Cinaruco, estudiados durante el año 2011.

Sector	Sección	Longitud (km)	Abundancia enero (ind/km)	Abundancia junio (ind/km)	Abundancia octubre (ind/km)	Número estimado (ind)	Número de reproductores estimado (ind)	Densidad de reproductores (ind/km)
Piedra Azul	P1	13	0,00	0,15	0,46	6	0	0,00
	P2	14	0,14	0,50	0,21	7	0	0,00
	P3	14	0,00	0,79	0,50	11	1	0,07
El Naure	N1	15	0,40	0,33	0,47	7	2	0,13
	N2	14	0,29	0,86	0,86	12	3	0,21
	N3	9	1,11	1,44	1,33	13	2	0,22
Las Campanas	C1	13	0,92	0,54	1,77	23	10	0,77
	C2	10	0,00	0,80	1,00	10	3	0,30
Caño La Pica	LP1	15	-	0,00	0,00	0	0	0,00
	LP2	15	-	0,00	0,00	0	0	0,00
Río Cinaruco	RC1	15	-	0,20	0,13	3	1	0,07
	RC2	15	-	0,00	0	0	0	0,00
TOTAL		162				92	22	

El número estimado de individuos (mayores de un año) que se obtuvo en los cinco sectores evaluados fue de 92 individuos según el método de máximos y mínimos, de los cuales 22 individuos se encuentran en edad reproductiva. Para los tres sectores del río Capanaparo se estimó un total de 89 individuos (102 km en total), mientras que en el sector correspondiente al río Cinaruco (30 km) se observó la presencia de 3 individuos, uno de ellos con talla reproductiva. No se registró la presencia de caimanes en el sector Caño La Pica (30 km), ubicado a 21,1 km aguas abajo del pueblo La Macanilla en el río Capanaparo. Es importante tener en cuenta que no se realizaron muestreos en las zonas del río ubicadas entre los

sectores, por lo que el número de individuos podría aumentar si se consideran los 42,1 km que existen a lo largo del río entre P3 y N1 y los 29,8 km entre N3 y C1.

El sector donde se estimó la mayor cantidad de individuos reproductivos (adultos Clase V) fue en Las Campanas, con un total de 13 individuos (0,57 ind/km). Esta cantidad representa un 59,1% de los individuos adultos estimados en los tres sectores del río Capanaparo, caño La Pica y río Cinaruco.

Los valores de abundancia, obtenidos según el método de máximos y mínimos para cada sector, indican que existe un gradiente de abundancia que decae en el sentido oeste - este en el río Capanaparo (Figura 8). Por otra parte, se obtuvo una abundancia baja en el sector evaluado del río Cinaruco, en comparación con los sectores del río Capanaparo durante el año 2011. En el análisis temporal, se registra mayores abundancias durante los meses correspondientes al período de lluvia, en especial durante el mes de octubre, con un valor de 0,78 ind/km tomando en conjunto los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas.

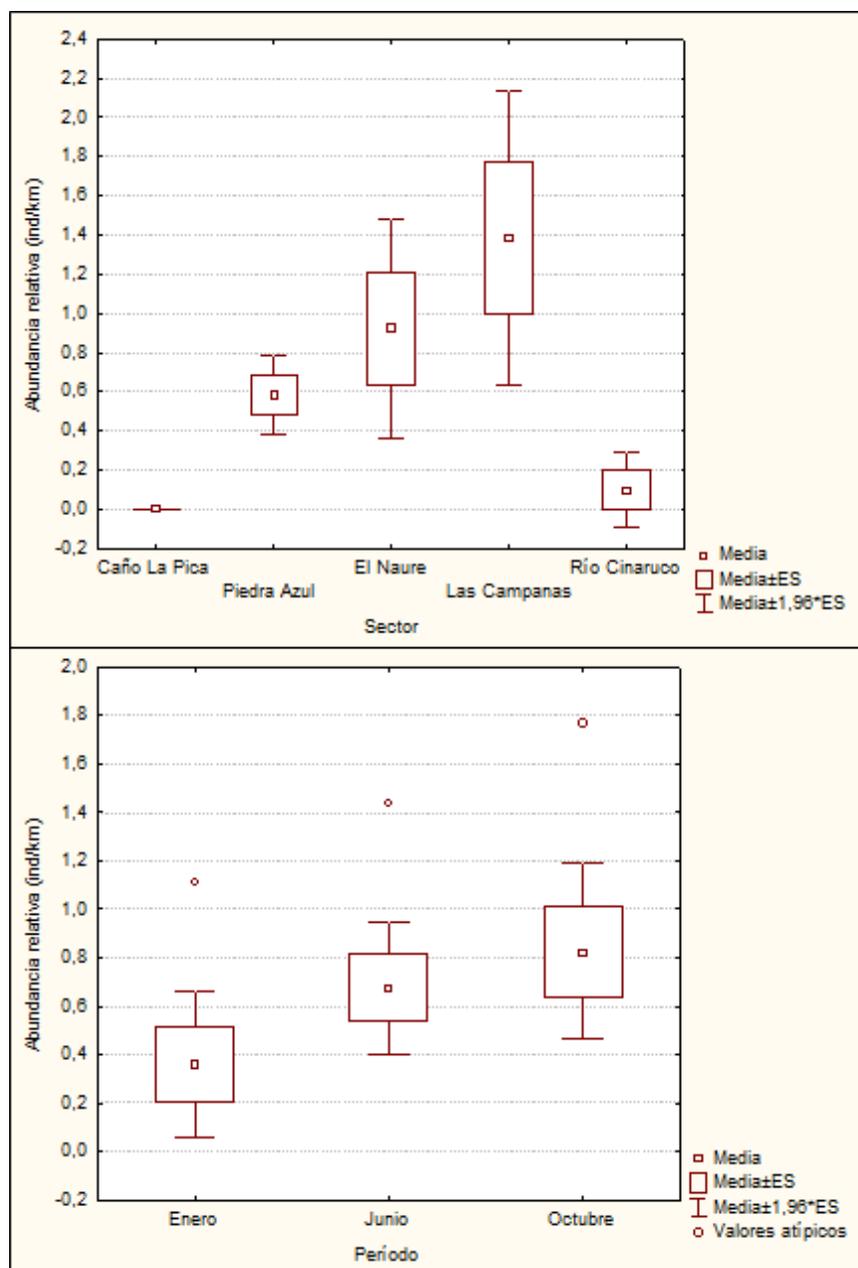


Figura 8. Variación espacial y temporal de la abundancia de *C. intermedius* en el área de estudio en el año 2011. Los valores de abundancia para cada sector fueron obtenidos según el método de máximos y mínimos. En el análisis temporal se tomaron en conjunto los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas.

En el análisis estadístico de la variación temporal y espacial, se comprobó que la población de la que se extrajo la muestra sigue una distribución normal (Anexos 3 y 4), y que existe homogeneidad de varianza entre las variables ($F = 1,444$; $p =$

0,257). Al realizar el análisis de varianzas (ANOVA) factorial, sobre el efecto que tienen los períodos (meses), los sectores (Piedra Azul, El Naure y Las Campanas) y la interacción entre los períodos y los sectores sobre la variación de la abundancia relativa de la población de *C. intermedius* en el río Capanaparo, se observa que existe cambio significativo en las medias de las abundancias relativas por efecto de los períodos, pero el efecto del sector y la interacción de dichos factores no resultaron significativas (Tabla 2). Es importante señalar que en este análisis no se consideró la categoría “no identificado Probable Caimán” (PC).

Tabla 2. Análisis de varianza de los factores “sector” (Piedra Azul, El Naure y Las Campanas), “período” (enero, junio y octubre) y la interacción de los dos factores sobre la abundancia relativa de *C. intermedius*.

	F	p
Sector	3,242	0,068
Período	9,115	0,003
Sector x Período	0,608	0,663

El análisis *a posteriori* (Prueba HSD de Tukey) del ANOVA factorial (Figura 9) indica una diferencia altamente significativa ($p = 0,002$) entre las medias de abundancia de los meses enero y octubre, correspondientes al factor “Período”. En el sector Piedra Azul se obtuvo una abundancia menor con respecto a El Naure y Las Campanas, a pesar de que esta diferencia no resultó significativa ($p = 0,09$).

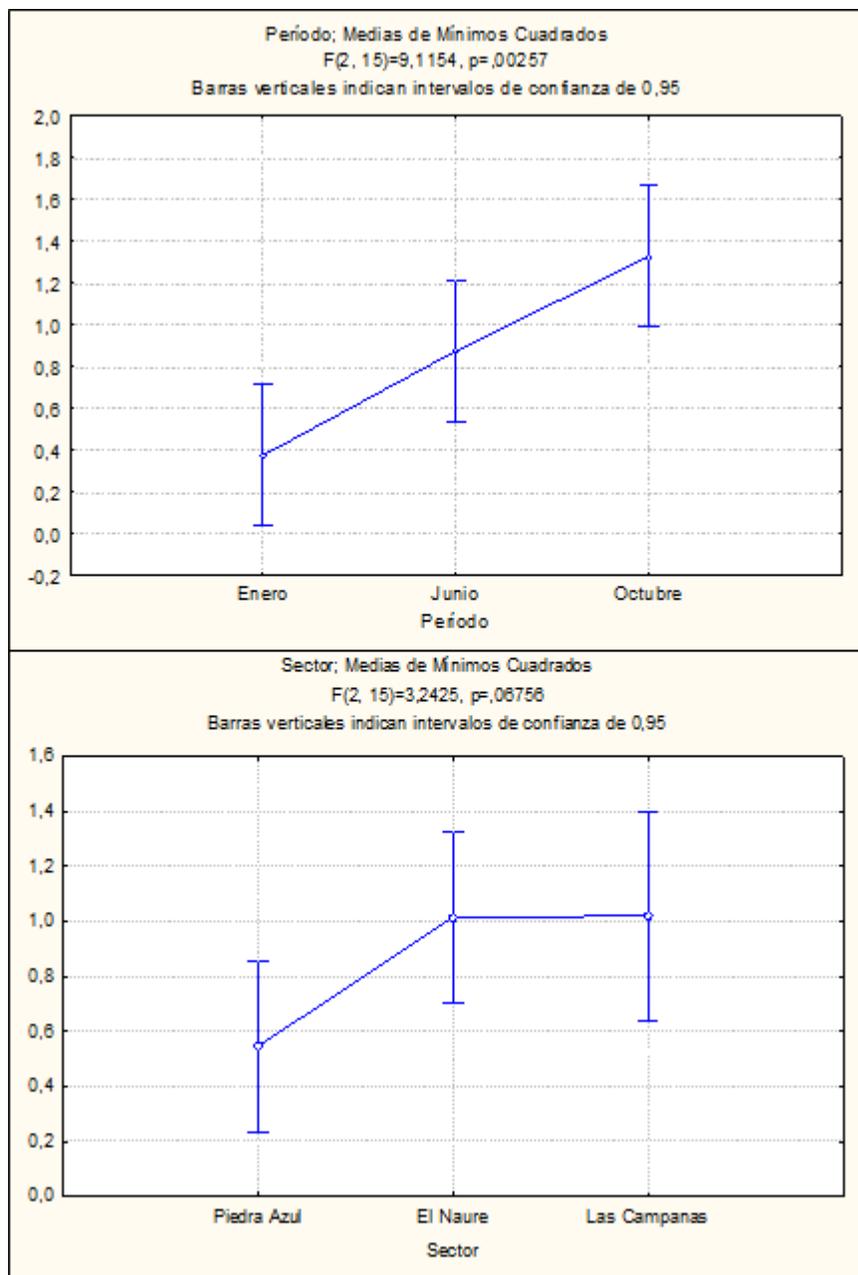


Figura 9. Prueba HSD de Tukey del ANOVA factorial. Fueron tomados en cuenta los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas evaluados durante los meses de enero, junio y octubre del año 2011 en el río Capanaparo.

Estructura poblacional

La estructura de tallas estuvo dominada en líneas generales por individuos juveniles (61,4%), seguido por sub-adultos (20,4%) y adultos (18,2%) según el método de máximos y mínimos (Tabla 3), tomando en cuenta los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas durante el año 2011. Esta tendencia se mantiene en cada sector evaluado (Figura 10).

Tabla 3. Estructura poblacional de *C. intermedius* en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas muestreados en el río Capanaparo durante el año 2011. Los valores corresponden al número máximo de individuos de cada clase observados en cada sector, según el método de máximos y mínimos.

	Juveniles (Clase II y III)	Sub-adultos (Clase IV)	Adultos (Clase V)
Piedra Azul	18	2	1
El Naure	21	9	4
Las Campanas	15	7	11
Todos los sectores	54 (61,4%)	18 (20,4%)	16 (18,2%)

Sin embargo, en el mes de enero en el sector Piedra Azul no se observaron individuos sub-adultos ni adultos, y solamente se avistaron dos juveniles en este sector. Tampoco se observaron individuos adultos en el sector Las Campanas durante el mismo período (Figura 10).

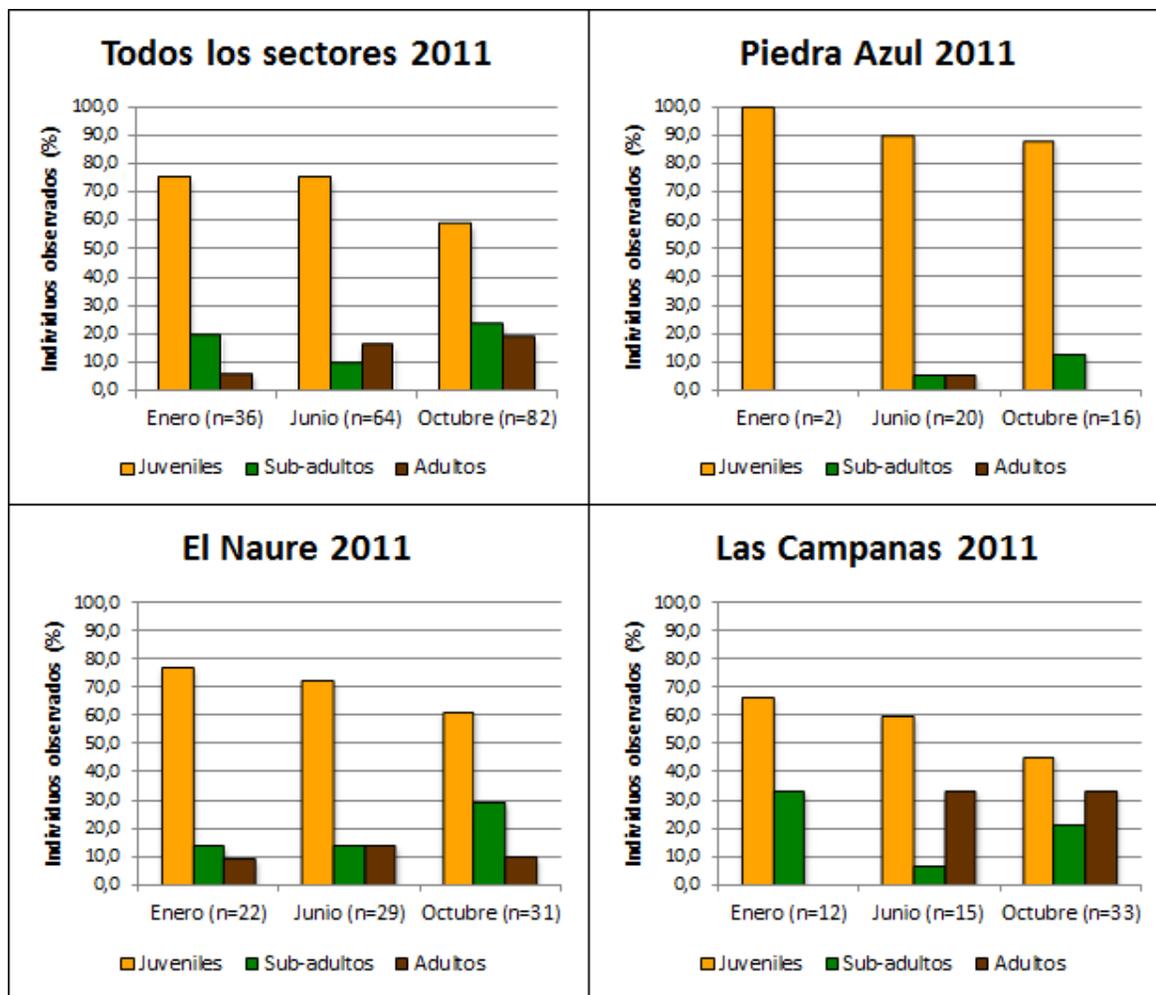


Figura 10. Estructura de tallas de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (Clase II y III), sub-adultos (Clase IV) y adultos (Clase V). Los neonatos no se incluyen en este análisis.

El análisis estadístico sobre la variación temporal de la estructura de tallas de *C. intermedius* en el río Capanaparo, mostró diferencias significativas entre los meses de enero, junio y octubre, tomando en conjunto los tres sectores (Figura 11). Si observamos los valores de los residuales estandarizados, notamos que estos cambios significativos corresponden al incremento en la proporción de adultos en junio y octubre (ambos en comparación con enero), así como al repunte

en la proporción de sub-adultos en el último período. Por otra parte, en el análisis por sector, se evidenció un aumento significativo en la proporción de individuos reproductivos en el sector Las Campanas entre enero (ausencia) y junio, manteniéndose constante hasta el mes de octubre. Los valores señalados con un asterisco (*) indican que la probabilidad del estadístico ha disminuido por efecto de obtener una frecuencia esperada menor a 5, pero la prueba es lo suficientemente robusta como para que este efecto no cambie su significancia.

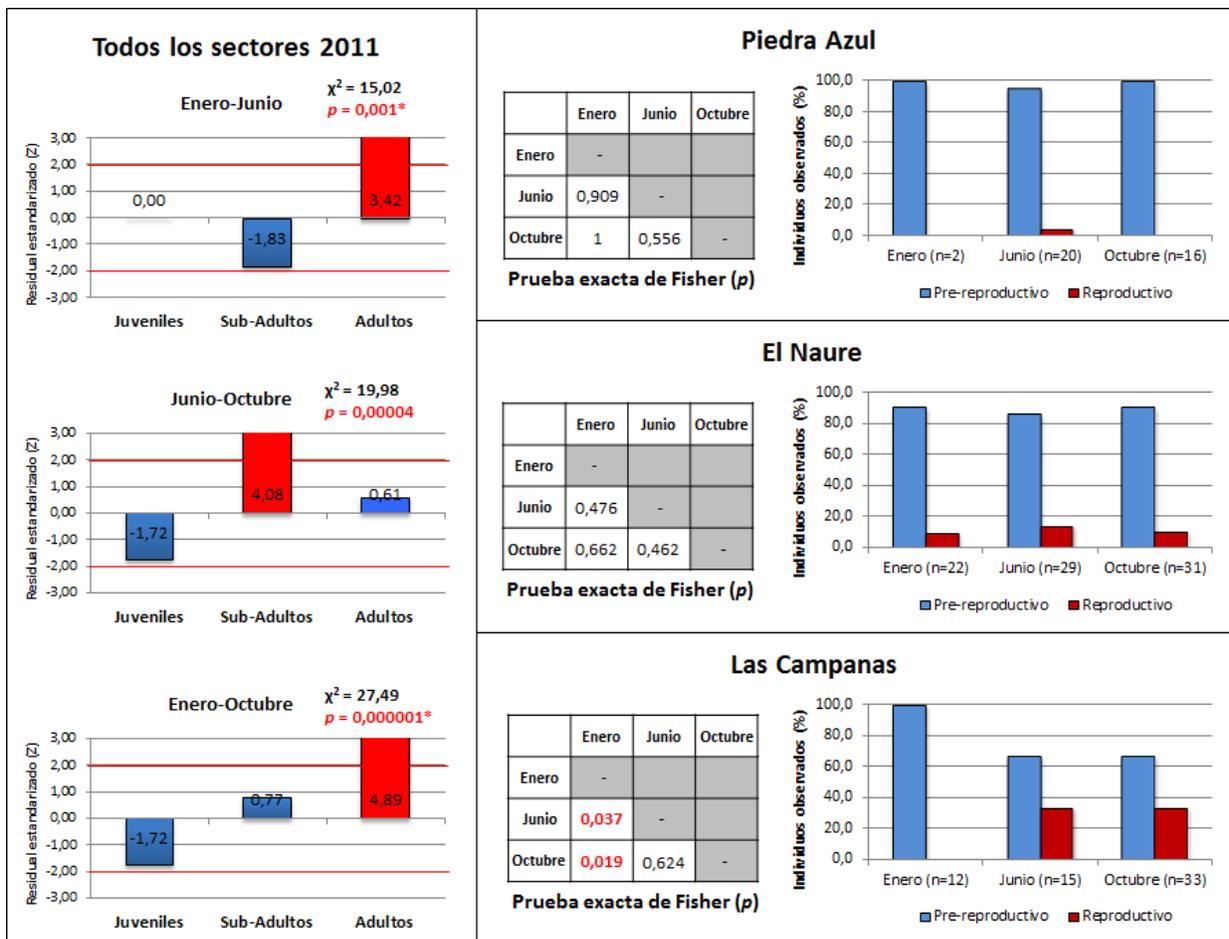


Figura 11. Análisis estadístico sobre la variación temporal de la estructura de tallas: prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) con los residuales estandarizados a pequeña escala (todos los sectores) y prueba exacta de Fisher en cada sector por separado.

A nivel espacial, las proporciones de tallas entre los sectores presentan algunas diferencias importantes (Figura 12 y 13). Tomando en cuenta todos los períodos del año 2011, se observa que los individuos juveniles en Piedra Azul tienen una alta representación en la estructura de tallas, en comparación con Las Campanas, en donde el perfil es más homogéneo, con una proporción significativamente más elevada de caimanes adultos.

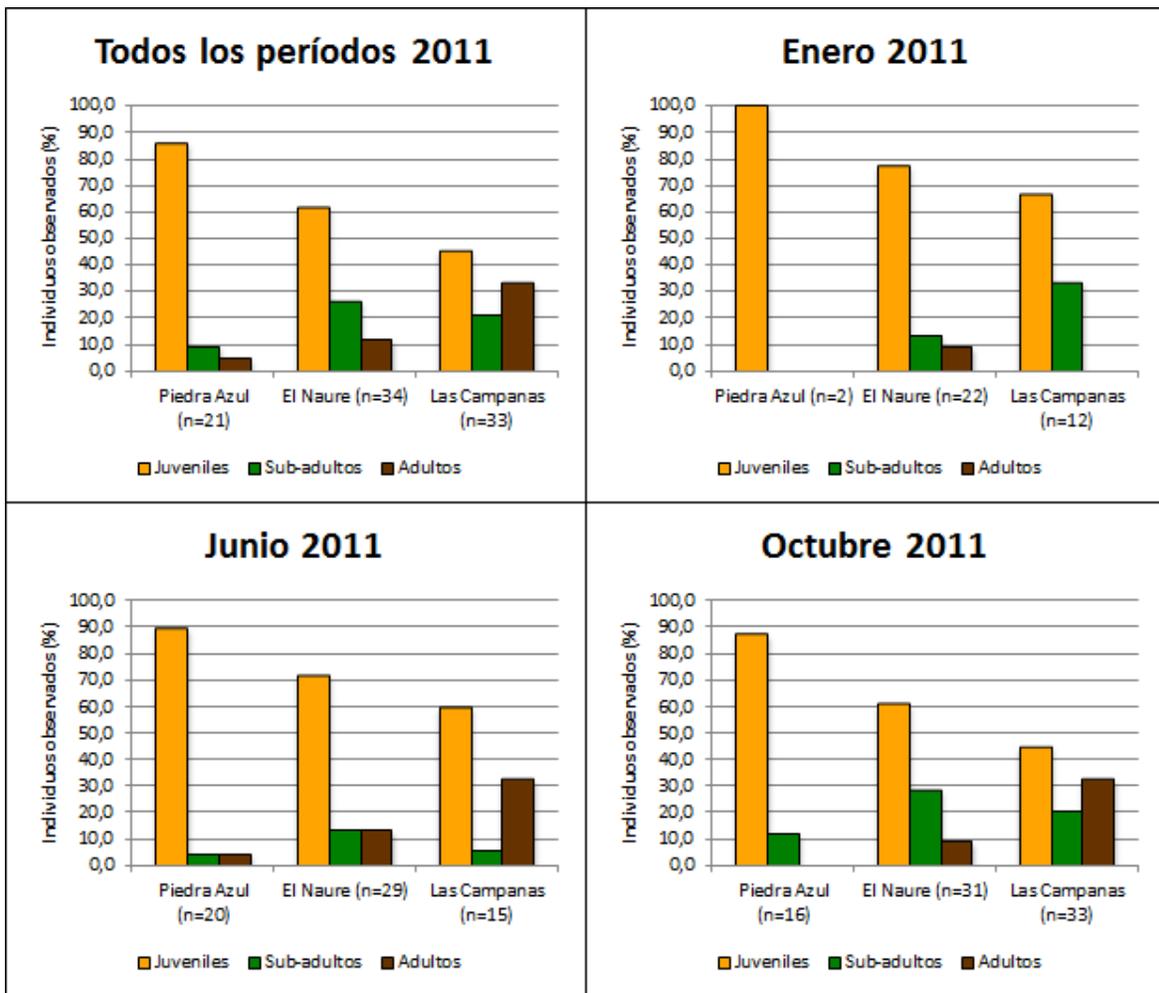


Figura 12. Estructura de tallas de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (Clase II y III), sub-adultos (Clase IV) y adultos (Clase V). Los neonatos no se incluyen en este análisis.

En el mes de enero se registraron individuos adultos únicamente en el sector El Naure, mientras que en Piedra Azul solo se observaron dos ejemplares juveniles. Sin embargo, estas diferencias no resultaron significativas entre los tres sectores. En junio se obtuvieron diferencias significativas entre las proporciones de individuos pre-reproductivos y reproductivos entre los observados sectores Piedra Azul y Las Campanas, registrándose un aumento en la proporción de individuos adultos en este último sector. Asimismo, se registraron diferencias significativas en el mes de octubre entre los sectores El Naure y Las Campanas con respecto a Piedra Azul, en donde no se observaron individuos en condición pre-reproductiva.

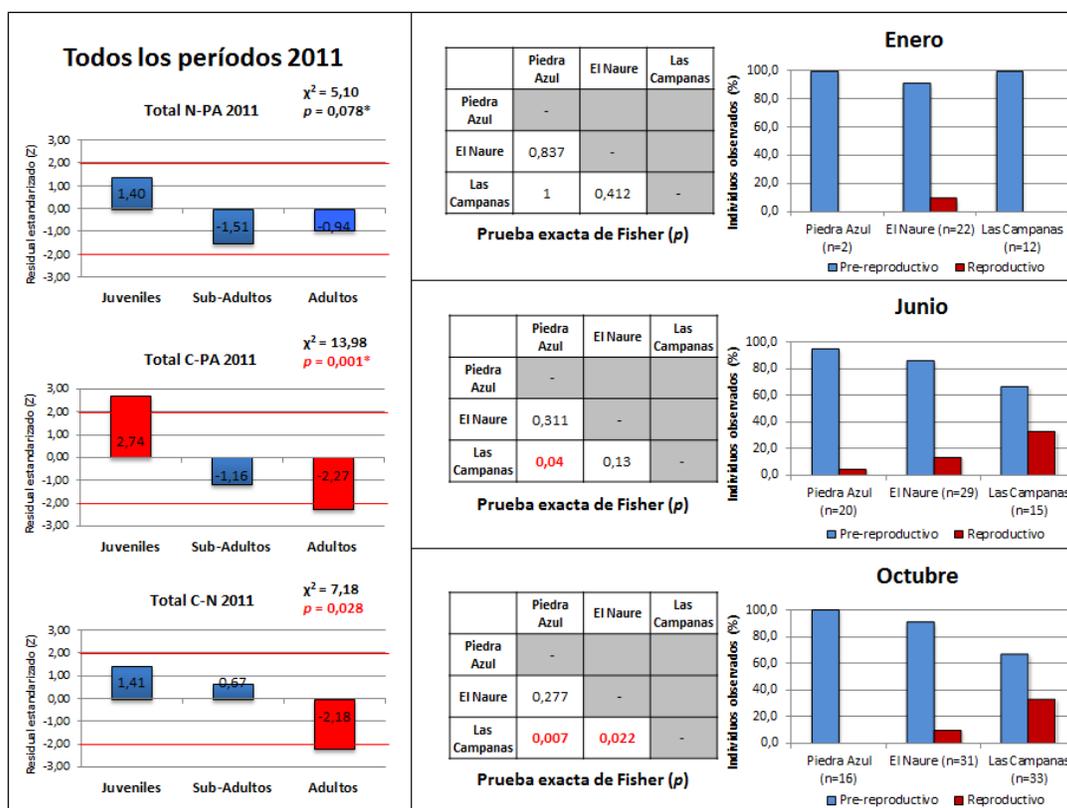


Figura 13. Análisis estadístico sobre la variación espacial de la estructura de tallas: prueba de homogeneidad de proporciones (χ^2) con los residuales estandarizados y prueba exacta de Fisher durante cada uno de los períodos evaluados.

Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011

El sector que presentó la mayor abundancia poblacional en el 2001 fue El Naure (2,23 ind/km en mayo), mientras que en el 2011 fue Las Campanas (1,43 ind/km en octubre). En Piedra Azul se registraron las menores abundancias en ambos períodos de estudio (0,43 ind/km en noviembre de 2000 y 0,05 ind/km en febrero de 2011) (Figura 14, Tabla 4 y 5).

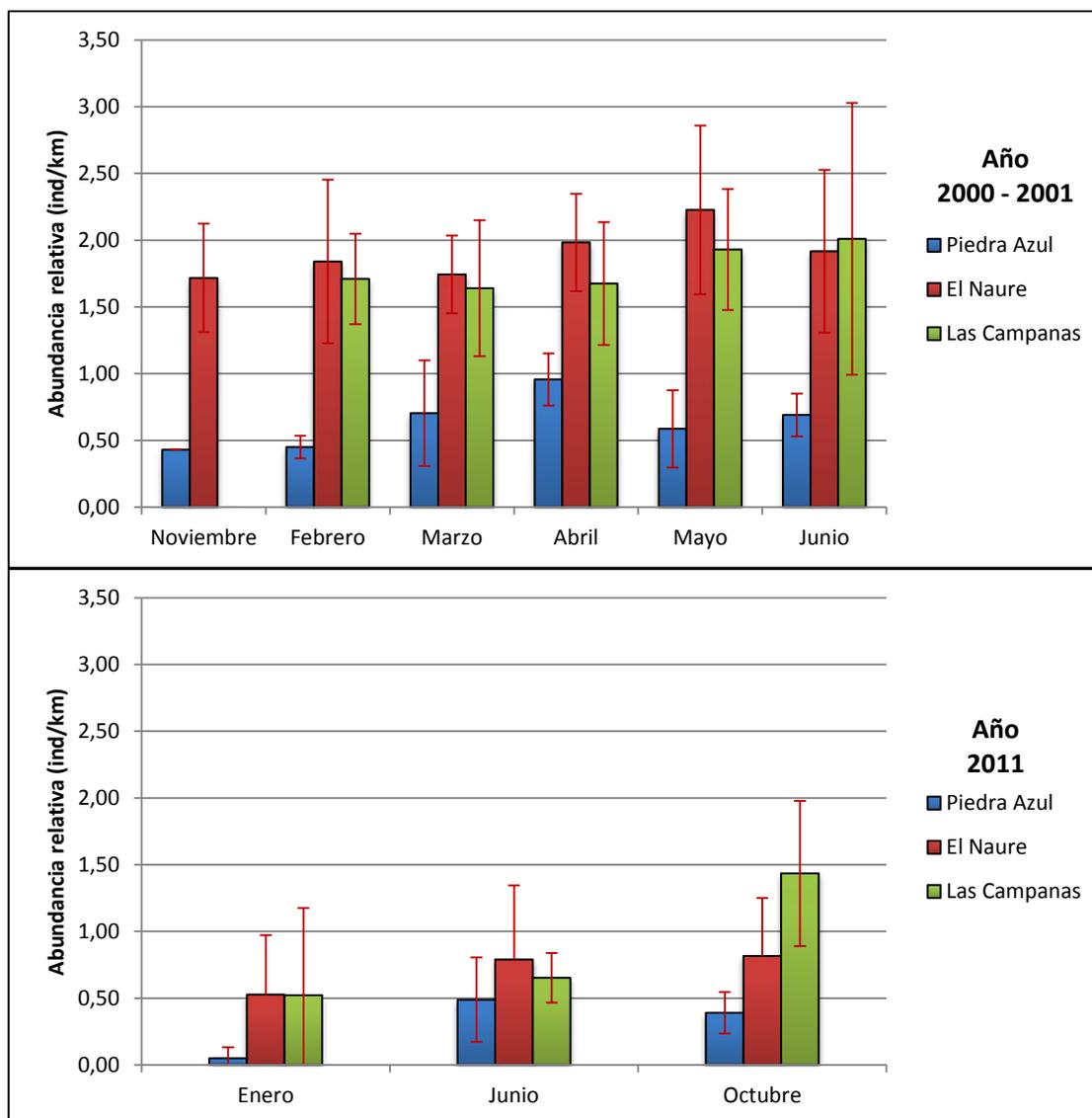


Figura 14. Abundancia relativa de *C. intermedius* en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas durante el año 2001 y 2011. Las barras indican la desviación estándar (DE).

Llobet (2002) estimó para el período 2000-2001 un tamaño mínimo de 256 individuos (Tabla 4) excluyendo neonatos y tomando en cuenta los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas, mientras que durante el año 2011 se estimó un tamaño mínimo de 94 individuos (Tabla 5), lo que corresponde a una disminución de un 63,3% en la abundancia de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante la última década. La categoría “no identificado Posible Caimán” (PC) fue considerada para ambos períodos de estudio.

Tabla 4. Abundancia relativa de *C. intermedius* estimada en tres sectores del río Capanaparo durante el período 2000-2001.

Sector	Sección	Long. (km)	Abund. Nov. (ind/km)	Abund. Feb. (ind/km)	Abund. Mar. (ind/km)	Abund. Abr. (ind/km)	Abund. May. (ind/km)	Abund. Jun. (ind/km)	Número estimado (ind)	Número estimado reproductores (ind)
Piedra Azul	P1	13	0,43	0,54	0,48	0,87	0,45	0,54	13	10
	P2	14	-	0,37	1,16	1,18	0,92	0,86	18	
	P3	14	-	0,44	0,47	0,82	0,39	0,67	13	
El Naure	N1	15	1,33	1,16	1,41	1,59	1,68	1,32	26	16
	N2	14	2,14	2,35	1,95	2,05	2,08	2,54	36	
	N3	9	1,68	2,01	1,87	2,31	2,92	1,89	35	
Las Campanas	C1	13	-	1,95	2	2	2,25	2,73	39	15
	C2	10	-	1,47	1,28	1,35	1,61	1,29	76	
Total		102							256	41

Tabla 5. Abundancia relativa de *C. intermedius* estimada en tres sectores del río Capanaparo en el año 2011.

Sector	Sección	Longitud (km)	Abundancia enero (ind/km)	Abundancia junio (ind/km)	Abundancia octubre (ind/km)	Número estimado (ind)	Número estimado reproductores (ind)
Piedra Azul	P1	13	0,00	0,15	0,46	6	0
	P2	14	0,14	0,57	0,21	8	0
	P3	14	0,00	0,86	0,50	12	1
El Naure	N1	15	0,47	0,33	0,47	7	2
	N2	14	0,29	0,93	0,86	13	3
	N3	9	1,11	1,44	1,44	13	2
Las Campanas	C1	13	1,08	0,54	1,77	23	10
	C2	10	0,00	1,20	1,00	12	3
Total						94	21

A pesar de la diferencia antes descrita en cuanto a las tendencias de abundancia poblacional para ambos años, éstas no resultaron significativas tanto para cada sector como para el conjunto de los tres sectores (Tabla 6). La comparación entre ambos períodos se realizó para el mes de junio, siendo éste el mes en que coincidieron las dos investigaciones.

Tabla 6. Resultados de la prueba de Wilcoxon para datos emparejados sobre la abundancia relativa en los tres sectores evaluados en el año 2001 y 2011.

Sector	Junio
Piedra Azul	Z = 1,07 p = 0,285
El Naure	Z = 1,60 p = 0,109
Las Campanas	-
Total	Z = 0,98 p = 0,327

Con respecto a la estructura poblacional del caimán del Orinoco, se observó una alta proporción de juveniles y una baja proporción de sub-adultos y adultos durante el 2011, tendencia que se mantiene al evaluar cada sector por separado (Figura 15). En el estudio del período 2000-2001 se observó una alta proporción de juveniles, mientras que la proporción de adultos es generalmente un poco mayor que la de sub-adultos. Estos perfiles se mantuvieron durante el año 2011, a pesar de que en el sector Piedra Azul se registró una disminución en la proporción de individuos adultos.

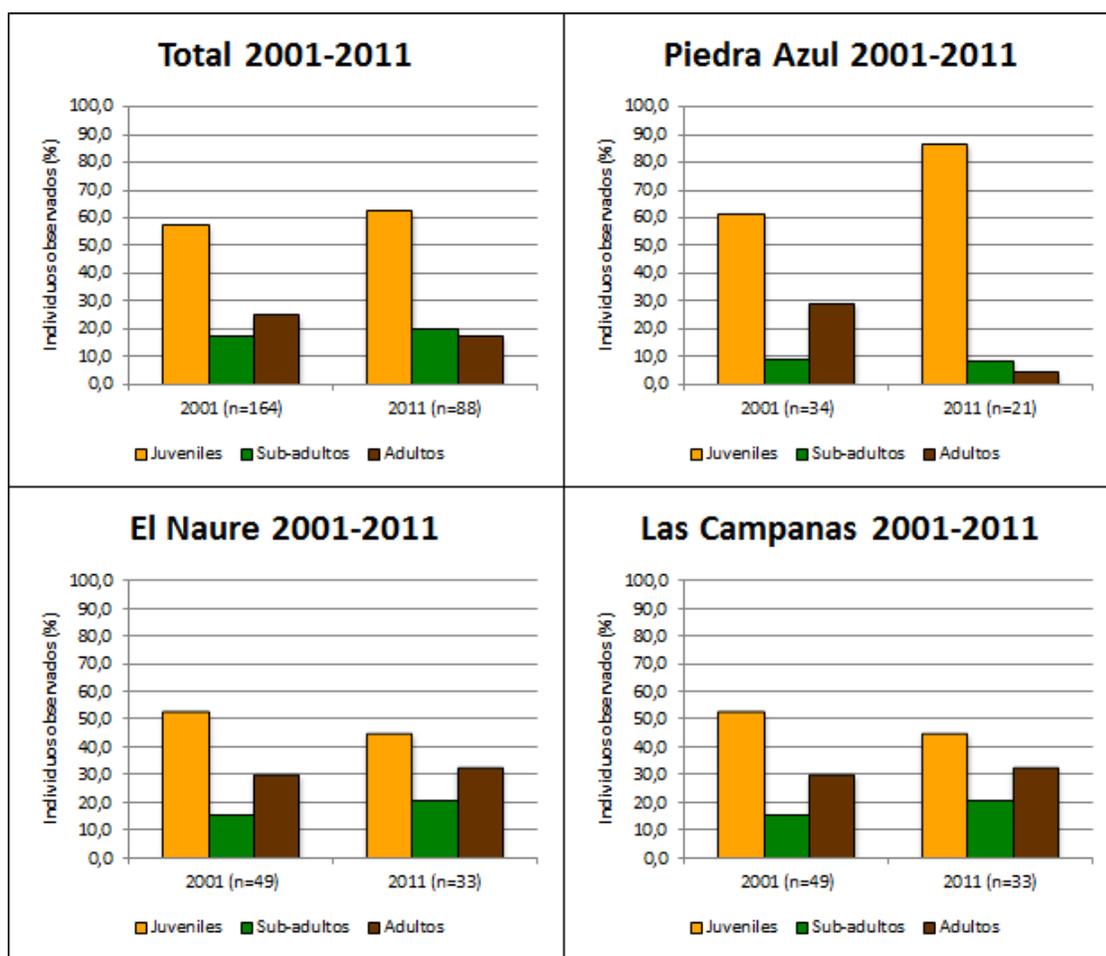


Figura 15. Estructura poblacional de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2001 y 2011, categorizada según el tamaño de los individuos en: juveniles (J), sub-adultos (SA) y adultos (A).

Al comparar la abundancia poblacional reportada para los años 1987, 2001 y el presente estudio, se observó un incremento del 191% de la población entre el año 1987 (88 individuos; Thorbjarnarson 1988) y 2001 (256 individuos; Llobet 2002) (Figura 16). Estas diferencias parecen deberse en parte a las diferentes metodologías utilizadas para realizar los estimados poblacionales del caimán del Orinoco. Thorbjarnarson (1988) realizó mayormente censos aéreos diurnos, lo que conlleva a una subestimación de la población, y algunos censos nocturnos en un tramo relativamente corto de 25 km entre Caño Amarillo y San Luis). Por otra parte, el reforzamiento poblacional de caimanes realizado por el GECV entre 1991 y 1993 pudo haber incrementado el número de caimanes observados por Llobet (2002). Resalta la disminución poblacional de caimanes en el Capanaparo ocurrida en el período 2001 - 2011, aun usando la misma metodología descrita por Llobet (2002), en donde se registró una disminución de un 63,3% en la abundancia de caimanes.

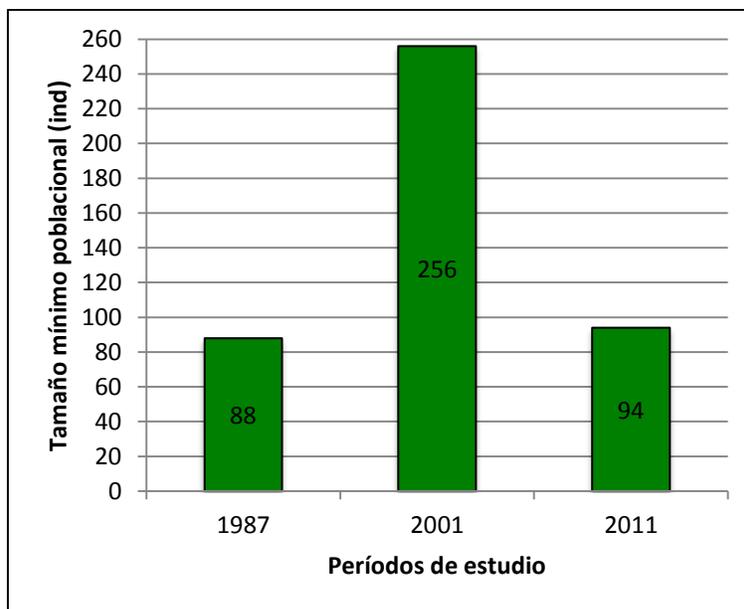


Figura 16. Variación del tamaño poblacional de *C. intermedius* en el área de estudio del río Capanaparo en los años 1987 (Thorbjarnarson 1988), 2001 (Llobet 2002) y 2011 (presente estudio).

En los tres estudios realizados en el río Capanaparo se ha evidenciado una variación temporal en la estructura poblacional (Figura 17), en donde la proporción de individuos jóvenes (50 a 149 cm) no ha cambiado sustancialmente, mientras que la proporción de sub-adultos (150 a 249 cm) ha incrementado en el mismo período de tiempo. La proporción de adultos (mayores a 250 cm) ha disminuido en los últimos años, aunque se ha observado un pequeño aumento en la proporción de machos adultos (mayores a 400 cm).

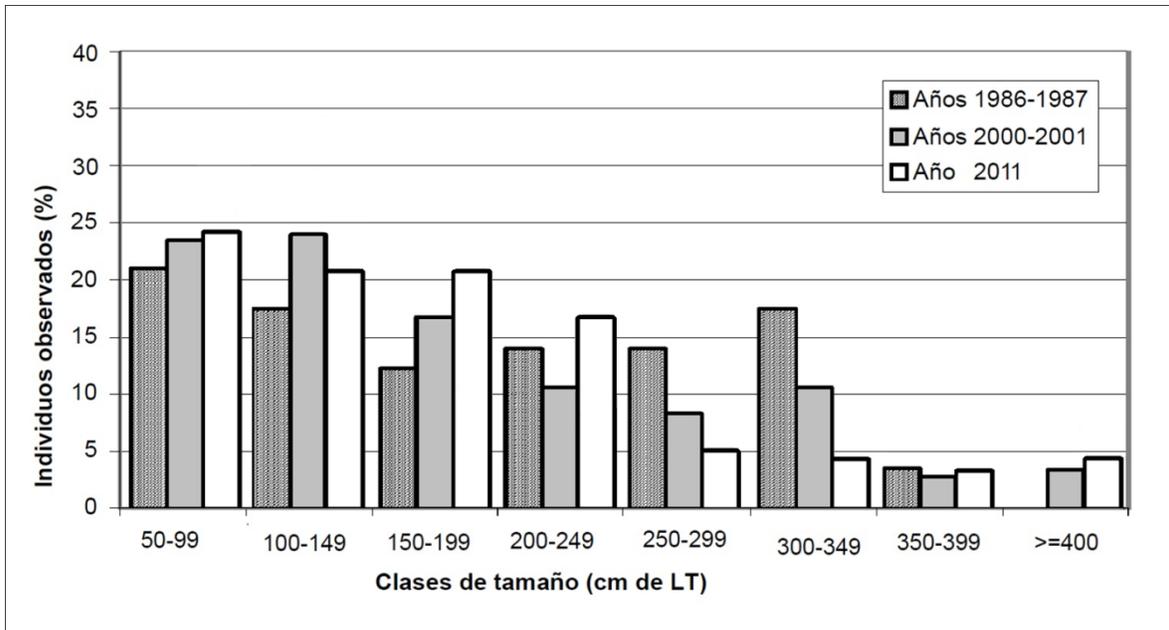


Figura 17. Variación de la estructura poblacional en el río Capanaparo en los períodos 1986-1987 (Thorbjarnarson 1988), 2000-2001 (Llobet 2002) y el año 2011 (presente estudio). Modificado de Llobet 2002.

Distribución espacial

La distribución espacial de la población de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el 2011 se presenta en las Figuras 18, 19 y 20.

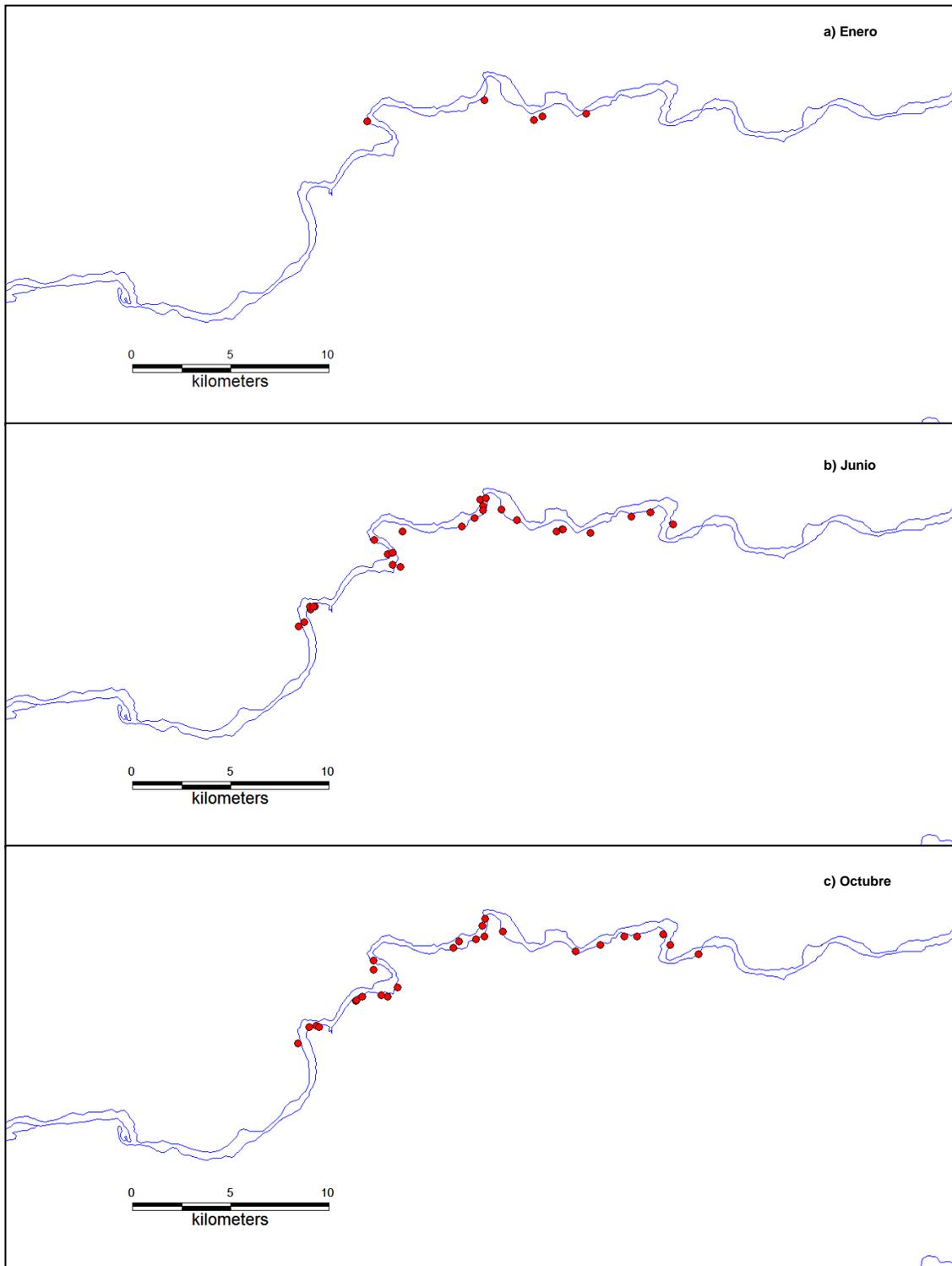


Figura 18. Distribución espacial de *C. intermedius* en el sector Piedra Azul del río Capanaparo en el año 2011. Tamaño poblacional en a) enero: 5 ind. b) junio: 21 ind. c) octubre: 27 ind.

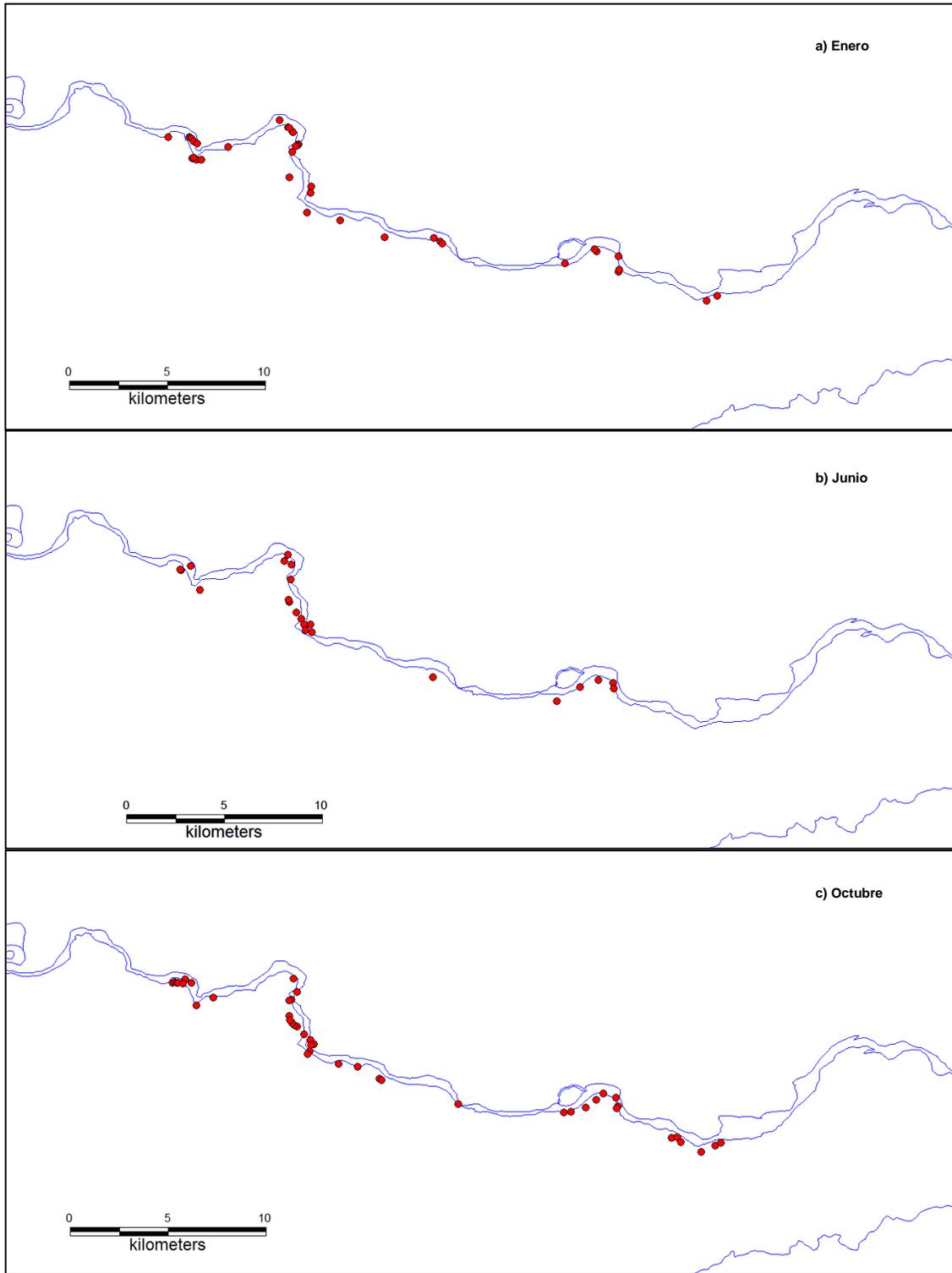


Figura 19. Distribución espacial de *C. intermedius* en el sector El Naure del río Capanaparo en el año 2011. Tamaño poblacional en a) enero: 39 ind. b) junio: 29 ind. c) octubre: 47 ind.

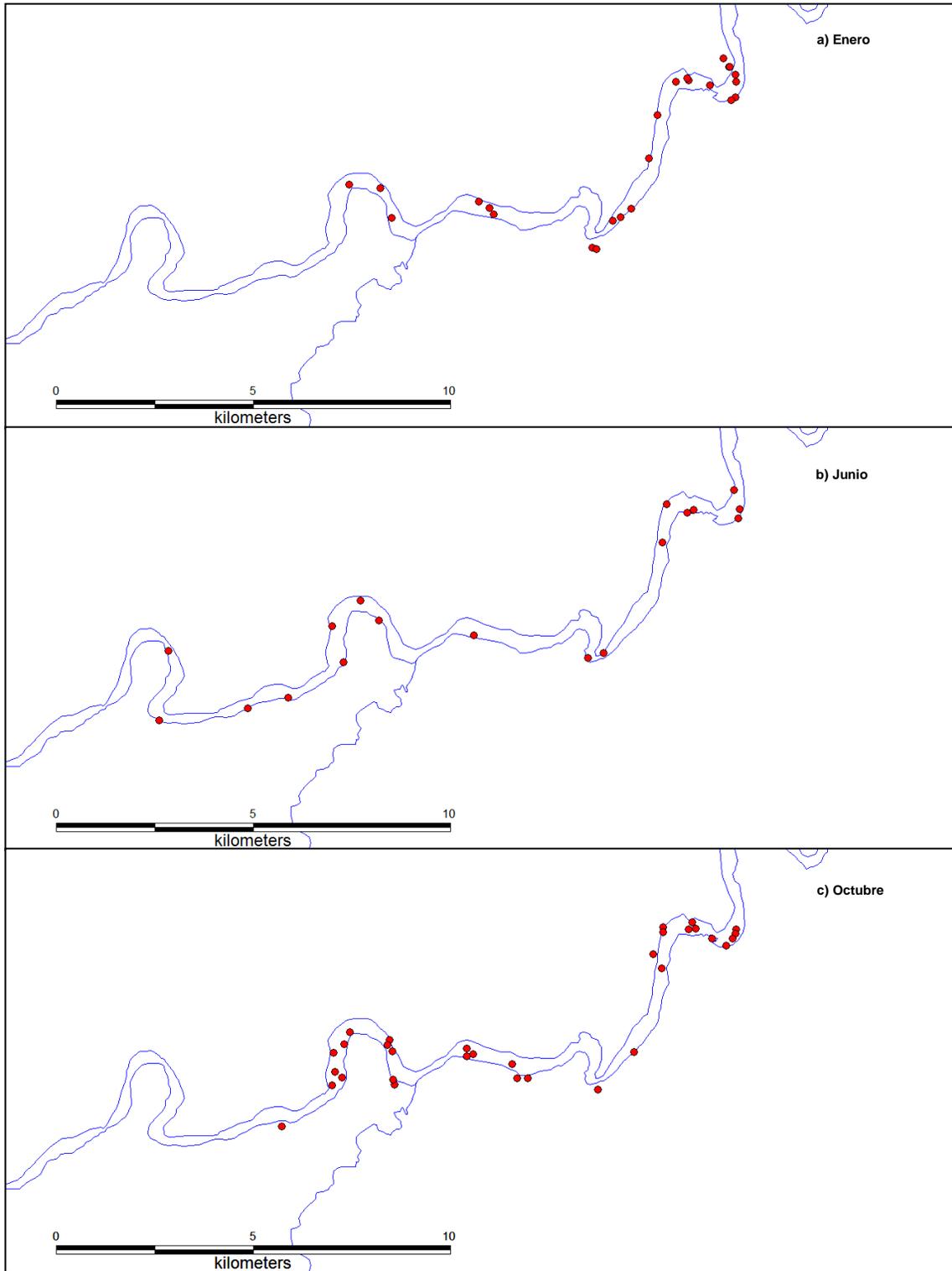


Figura 20. Distribución espacial de *C. intermedius* en el sector Las Campanas del río Capanaparo en el año 2011. Tamaño poblacional en a) enero: 23 ind. b) junio: 15 ind. c) octubre: 37 ind.

En ningún caso se evidenció un ajuste de la muestra de la población estudiada a una distribución de Poisson (Tabla 7) lo cual implica que los individuos no están ubicados espacialmente al azar, obteniendo en la mayoría de los sectores evaluados una alta significancia. El análisis no se pudo realizar para la muestra de Piedra Azul en el mes de enero, ya que el tamaño muestral (frecuencia acumulada) es muy reducido.

Tabla 7. Prueba de bondad de ajuste (χ^2) de la distribución espacial de los caimanes en el río Capanaparo a una distribución hipotética de Poisson.

	Enero	Junio	Octubre
Piedra Azul	-	$X^2 = 1152,7$ $p = 0,000$	$X^2 = 10,27$ $p = 0,014$
El Naure	$X^2 = 23,24$ $p = 0,0001$	$X^2 = 383,46$ $p = 0,000$	$X^2 = 4626509,2$ $p = 0,000$
Las Campanas	$X^2 = 16,27$ $p = 0,000$	$X^2 = 7,96$ $p = 0,047$	$X^2 = 14,44$ $p = 0,013$

Estos resultados indican que la población no se distribuye de acuerdo a un patrón aleatorio, aunque no permiten discriminar entre un patrón uniforme y un patrón aleatorio. Con el fin de comparar el grado de desviación de la distribución de Poisson, se calculó el índice de varianza:media (IVM) de la muestra en cada sector (Figura 21).

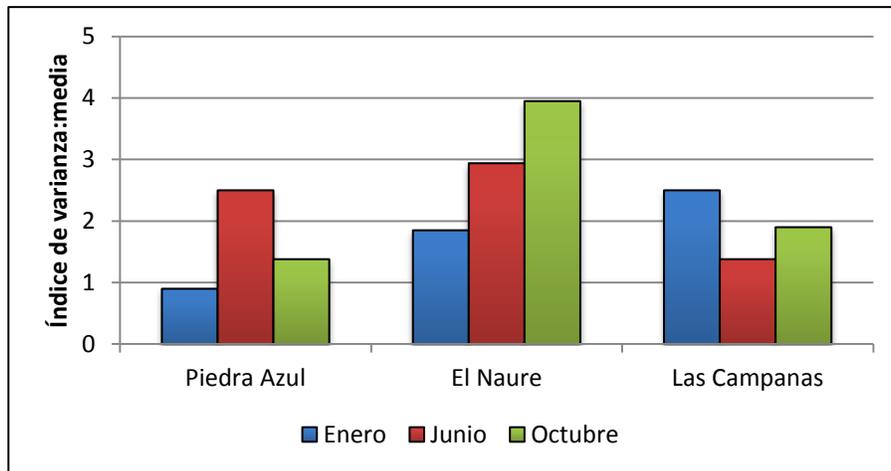


Figura 21. Índice de varianza:media (IVM) como medida de agregación de la distribución espacial de *C. intermedius* en el río Capanaparo.

El índice obtenido en la mayoría de los casos es mayor a 1, lo que indica una alta variación en los tramos evaluados. En el sector Piedra Azul durante el mes de enero se obtuvo un IVM cercano a 1, lo que indica una tendencia a la aleatoriedad en la distribución espacial de los individuos en este lugar. Sin embargo, hay que tener en cuenta la baja abundancia que presentó este sector durante el mes de enero (Figura 18). Posteriormente, el grado de agregación se incrementa en junio y vuelve a decrecer en octubre.

En el Naure, el patrón de agregación se incrementó sostenidamente entre enero y octubre, siendo éste el período en el que se obtuvo el IVM más alto de los tres sectores. En la Figura 19 se puede observar la manera en que la distribución poblacional tiende hacia la agregación en este sector.

En el sector Las Campanas se observó una fluctuación a nivel temporal en el patrón de distribución de los caimanes. El IVM disminuyó entre enero y junio,

observándose una mayor dispersión en la distribución en la Figura 20, y posteriormente aumentó el índice junto con el grado de agregación en el mes de octubre.

Al aplicar el método del “vecino más cercano” (Clark y Evans 1954), se obtuvo en todos los casos un factor mayor a 1 con un alto grado de significancia, lo que indica un patrón uniforme en la distribución de la población del caimán del Orinoco en el río Capanaparo (Tabla 8). Las muestras de los sectores Piedra Azul y El Naure en el mes de enero y Las Campanas en el mes de junio superaron el valor teórico de $R = 2,1491$.

Tabla 8. Factor R y prueba de significancia (c) en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas en el río Capanaparo.

Período	Sector	R	c	Tipo de distribución
Enero	Piedra Azul	5,49	0,04	*
	El Naure	2,17	13,96	*
	Las Campanas	1,70	6,43	Uniforme
Junio	Piedra Azul	1,96	8,40	Uniforme
	El Naure	1,43	4,40	Uniforme
	Las Campanas	2,58	11,72	*
Octubre	Piedra Azul	2,03	10,27	Uniforme
	El Naure	1,65	8,55	Uniforme
	Las Campanas	1,46	5,31	Uniforme

*El factor R excede el valor teórico de 2,1491.

Durante el 2011 se obtuvo grandes diferencias a escala espacial (entre sectores) y temporal (entre meses) en lo referente a las distancias entre individuos de C.

intermedius en el río Capanaparo (Figura 22). Esta variación se corresponde con la distribución observada en las Figuras 18, 19 y 20.

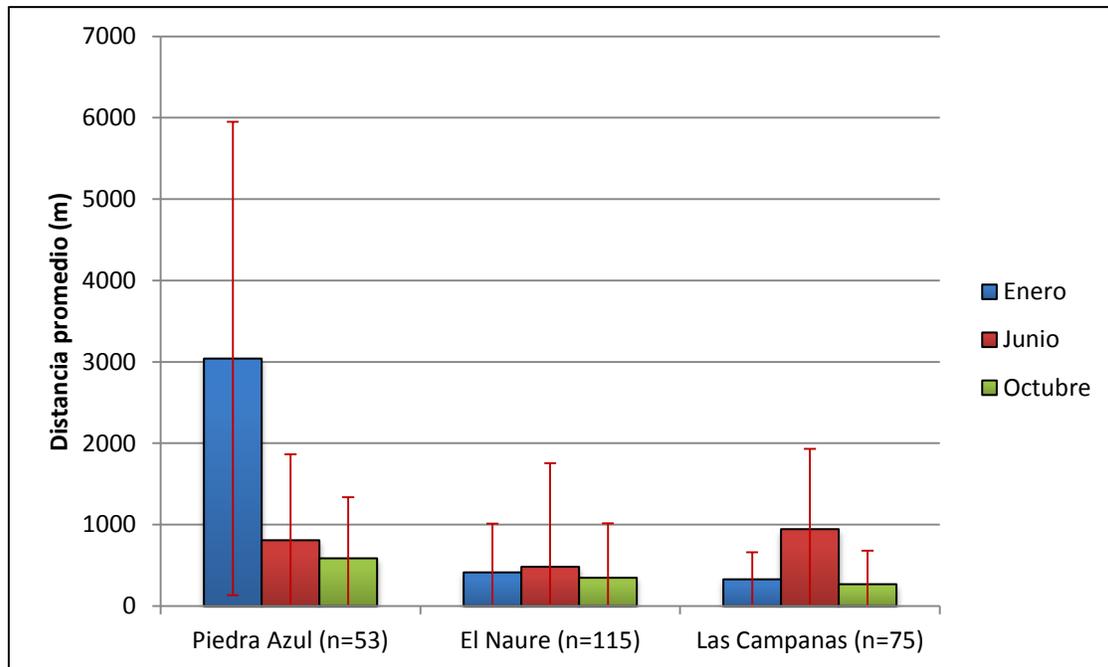


Figura 22. Promedio de distancias entre individuos de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2011. Las barras indican la desviación estándar (DE).

El análisis de varianza de Kruskal-Wallis indica que en líneas generales existen diferencias a nivel espacial durante el año. A un nivel más detallado (prueba de Mann-Whitney), existen diferencias entre Piedra Azul y los otros dos sectores evaluados (El Naure y Las Campanas) durante el mes de enero, entre El Naure y Las Campanas en junio y entre Piedra Azul y Las Campanas en Octubre (Figura 22 y Tabla 9). En este análisis se evidencia una mayor dispersión en la población de caimán del Orinoco en el sector Piedra Azul, así como una alta variación en la distancia que separa a sus individuos durante el mes de enero.

Prueba de Kruskal-Wallis	Prueba de Mann-Whitney			
Enero H = 9,156 $p = 0,01$		Piedra Azul	El Naure	Las Campanas
	Piedra Azul	-		
	El Naure	0,005	-	
	Las Campanas	0,005	0,490	-
Junio H = 7,810 $p = 0,02$		Piedra Azul	El Naure	Las Campanas
	Piedra Azul	-		
	El Naure	0,175	-	
	Las Campanas	0,270	0,004	-
Octubre H = 4,753 $p = 0,09$		Piedra Azul	El Naure	Las Campanas
	Piedra Azul	-		
	El Naure	0,066	-	
	Las Campanas	0,032	0,960	-

Tabla 9. Resultados de la variación espacial de las distancias entre individuos de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2011.

De igual forma se encontraron diferencias significativas a nivel temporal en Piedra Azul, en donde se observó una tendencia a la disminución de las distancias entre caimanes vecinos entre enero y octubre, y en Las Campanas, en donde la distancia entre los individuos fluctúa entre los tres meses evaluados (enero, junio y octubre) (Figura 22 y Tabla 10).

Prueba de Kruskal-Wallis	Prueba de Mann-Whitney			
<u>Piedra Azul</u> H = 5,937 $p = 0,05$		Enero	Junio	Octubre
	Enero	-		
	Junio	0,021	-	
	Octubre	0,021	0,924	-
<u>El Naure</u> H = 2,443 $p = 0,280$		Enero	Junio	Octubre
	Enero	-		
	Junio	0,098	-	
	Octubre	0,339	0,568	-
<u>Las Campanas</u> H = 10,490 $p = 0,005$		Enero	Junio	Octubre
	Enero	-		
	Junio	0,020	-	
	Octubre	0,266	0,002	-

Tabla 10. Resultados de la variación temporal de las distancias entre individuos de *C. intermedius* en el río Capanaparo durante el año 2011.

Al realizar el análisis de correlación de Spearman entre las variables “distancia al vecino más cercano” y “número de individuos” en los tres sectores evaluados, se obtuvo una correlación negativa significativa ($r = -0,75$; $p = 0,03$), lo que indica que existe una relación inversamente proporcional entre la abundancia poblacional y la distancia entre los individuos.

Por otra parte, las distancias entre caimanes vecinos aumentó en el sector Piedra Azul durante el año 2011 con respecto al 2001, mientras que en los dos restantes sectores las distancias fueron semejantes (Figura 23). Llobet (2002) reportó

únicamente los valores promedios de las distancias entre caimanes, razón por la cual no se pudo realizar un análisis estadístico más detallado.

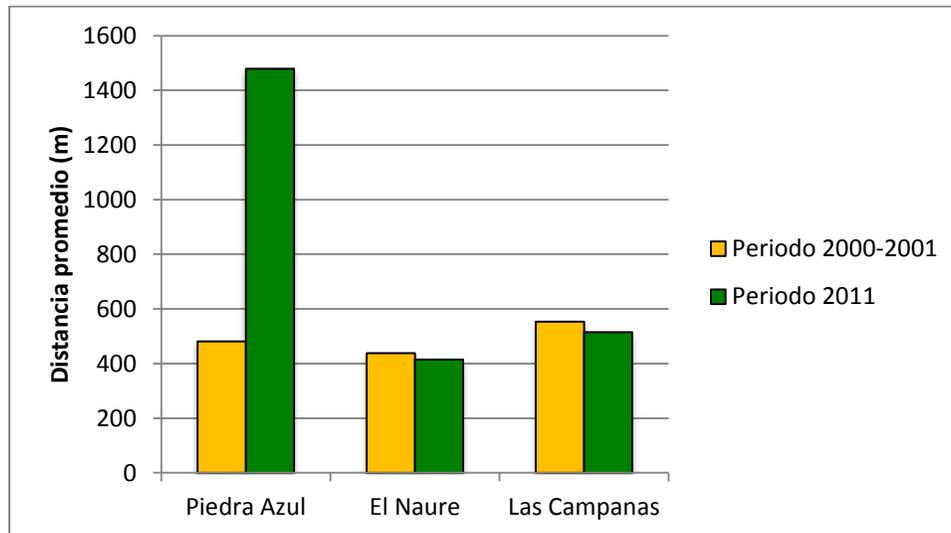


Figura 23. Distancia promedio entre caimanes del Orinoco en el año 2001 (n= no publicado) y en el 2011 (n= 243 ind.) en los tres sectores evaluados del río Capanaparo

Uso de hábitat

En el análisis de correspondencia realizado, los tres primeros componentes explican el 75,21% de la inercia total de los datos (Tabla 11), lo que resulta adecuado para evidenciar que el efecto del período de muestreo está asociado al primer eje, y es el más importante sobre la distribución de los caimanes (Figura 24).

Durante el mes de enero gran parte de los individuos ocuparon orillas desprovistas de vegetación (tanto en el suelo como en el agua). Los adultos se asociaron principalmente a las aguas abiertas y cercanía de orillas en playas, mientras que

los sub-adultos se ubicaron en mayor medida en aguas abiertas con barrancos en las orillas.

Existe una gran similitud entre los microhábitats en donde se encontraron a los juveniles durante el mes de enero, y los sub-adultos en octubre. Ambas clases de tamaño se encontraron relacionadas a barrancadas sin vegetación en aguas abiertas o en las cercanías a la orilla, así como en aguas abiertas en playas con vegetación arbustiva en la orilla y en el agua, y sobre la orilla en playas desnudas.

La mayor separación en el primer eje corresponde a los individuos juveniles, sub-adultos y adultos registrados durante el mes de junio, que se agrupan en la región derecha del gráfico. Este grupo se encuentra asociado principalmente a orillas inundadas (en este período ocurren importantes precipitaciones), con lo cual los individuos se podían encontrar en aguas abiertas con presencia de bosque en la orilla y sin vegetación en el agua, o en la interfase agua-tierra con vegetación arbustiva o herbácea en el agua y sin vegetación en la orilla.

Tabla 11. Autovalores extraídos de la matriz de datos.

Eje	Autovalor	% de inercia del total
1	0,782	41,45
2	0,359	19,04
3	0,278	14,72
4	0,178	9,41
5	0,154	8,18
6	0,083	4,39
7	0,032	1,69
8	0,021	1,12

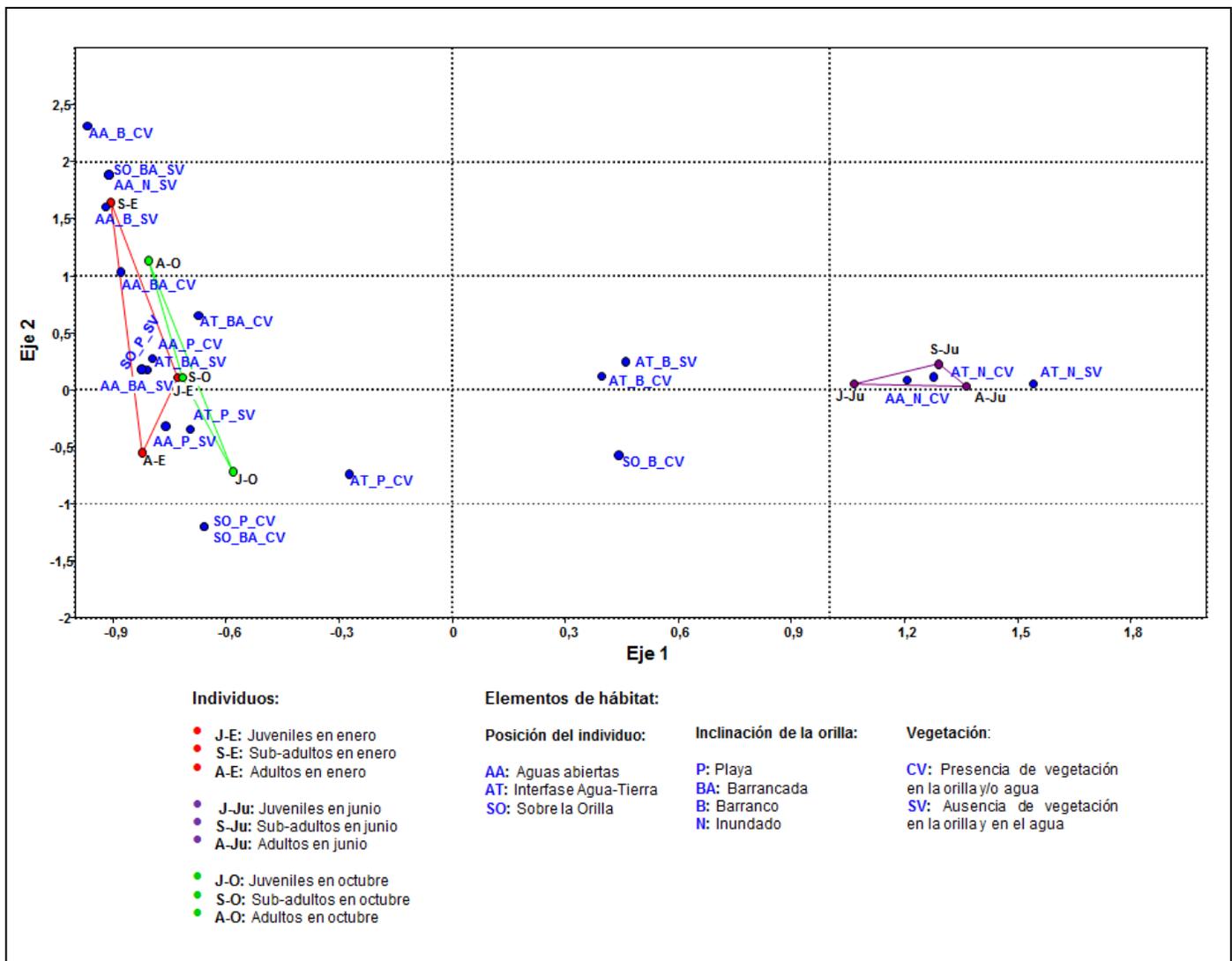


Figura 24. Dos primeros ejes del Análisis de Correspondencia que muestra la relación de los individuos según sus tallas (juveniles, sub-adultos y adultos) en cada período, con los elementos del hábitat evaluados en el río Capanaparo (posición del individuo, inclinación de la orilla y vegetación sobre la orilla y/o el agua).

Con respecto a los elementos del hábitat evaluado, la mayor proporción de caimanes se registró en playas en enero y octubre, a pesar de que en junio esta proporción disminuyó significativamente, tomando mayor importancia el uso de orillas con barrancos. En la mayoría de las observaciones se registró el uso de orillas sin vegetación, categoría que no varió significativamente entre los períodos.

La ausencia de vegetación en el agua presentó mayor importancia en los meses de enero y octubre, aunque en junio la mayoría de los individuos se observaron en aguas con vegetación. De igual manera, en la mayoría de las observaciones los caimanes se registraron en la interfase agua-tierra (la cual alcanzó un elevado porcentaje en el mes de junio), seguido en importancia por la ubicación en aguas abiertas (Figura 25).

Los análisis estadísticos correspondientes a la variación temporal se presentan en el Anexo 7. Según el análisis de residuales estandarizados, se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) entre enero y junio y entre junio y octubre en el uso de playa y barranco. Entre enero y octubre disminuyó significativamente el uso de barrancada ($p = 0,003$). Con respecto a la vegetación en la orilla, se obtuvo diferencias entre junio y octubre ($p < 0,001$) y entre enero y octubre ($p = 0,007$) con respecto al uso de vegetación arbustiva y bosque, mientras que entre enero y junio se incrementó el uso de bosque en la ribera ($p = 0,02$). La presencia de vegetación en el agua fue significativamente diferente entre los tres meses evaluados ($p < 0,01$). En lo referente a la posición del individuo, se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,001$) entre enero y junio y entre junio y octubre en el uso de aguas abiertas e interfase agua-tierra.

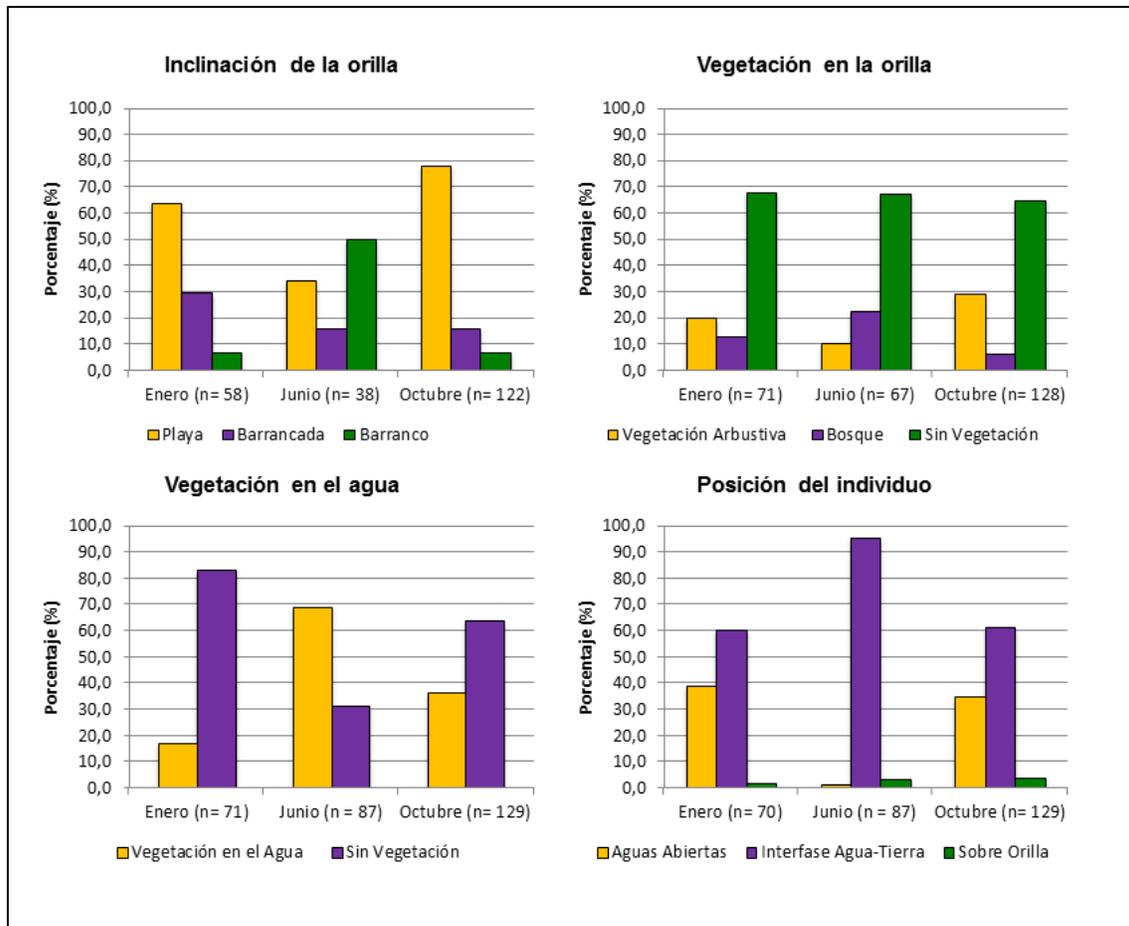


Figura 25. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por *C. intermedius* en los tres períodos evaluados.

En el análisis según la talla del individuo se observó que la categoría de playas presenta una mayor proporción en individuos juveniles y sub-adultos, a diferencia de los adultos, quienes se observaron en su mayoría en orillas inundadas. De igual manera, en lo concerniente a la vegetación, la mayor proporción de individuos se ubicaron en las orillas y en aguas desprovistas de vegetación. Un alto porcentaje de caimanes juveniles se ubicó en la interfase agua-tierra, mientras que sub-adultos y adultos presentaron una proporción más equitativa entre la interfase agua-tierra y las aguas abiertas (Figura 26).

Los análisis estadísticos correspondientes al uso de hábitat de acuerdo a las clases de tamaño se presentan en el Anexo 8. Existe una diferencia altamente significativa en el uso de barrancada, barranco y orilla inundada entre sub-adultos y juveniles ($p < 0,001$) y el uso de playa, barrancada y barranco entre adultos y juveniles ($p < 0,001$). Se obtuvo una diferencia altamente significativa ($p < 0,001$) entre sub-adultos y juveniles con respecto al uso de vegetación arbustiva, bosque y ausencia de vegetación en la orilla. El uso de vegetación emergente y herbácea en el agua fue estadísticamente diferente entre sub-adultos y juveniles ($p < 0,001$), mientras que entre adultos y sub-adultos difiere el uso de vegetación arbustiva ($p < 0,05$) y entre adultos y juveniles difiere el uso de vegetación arbustiva, emergente y herbácea en el agua ($p < 0,001$). La posición del individuo varió significativamente ($p < 0,001$) entre juveniles y las otras dos clases de tamaño (sub-adultos y adultos).

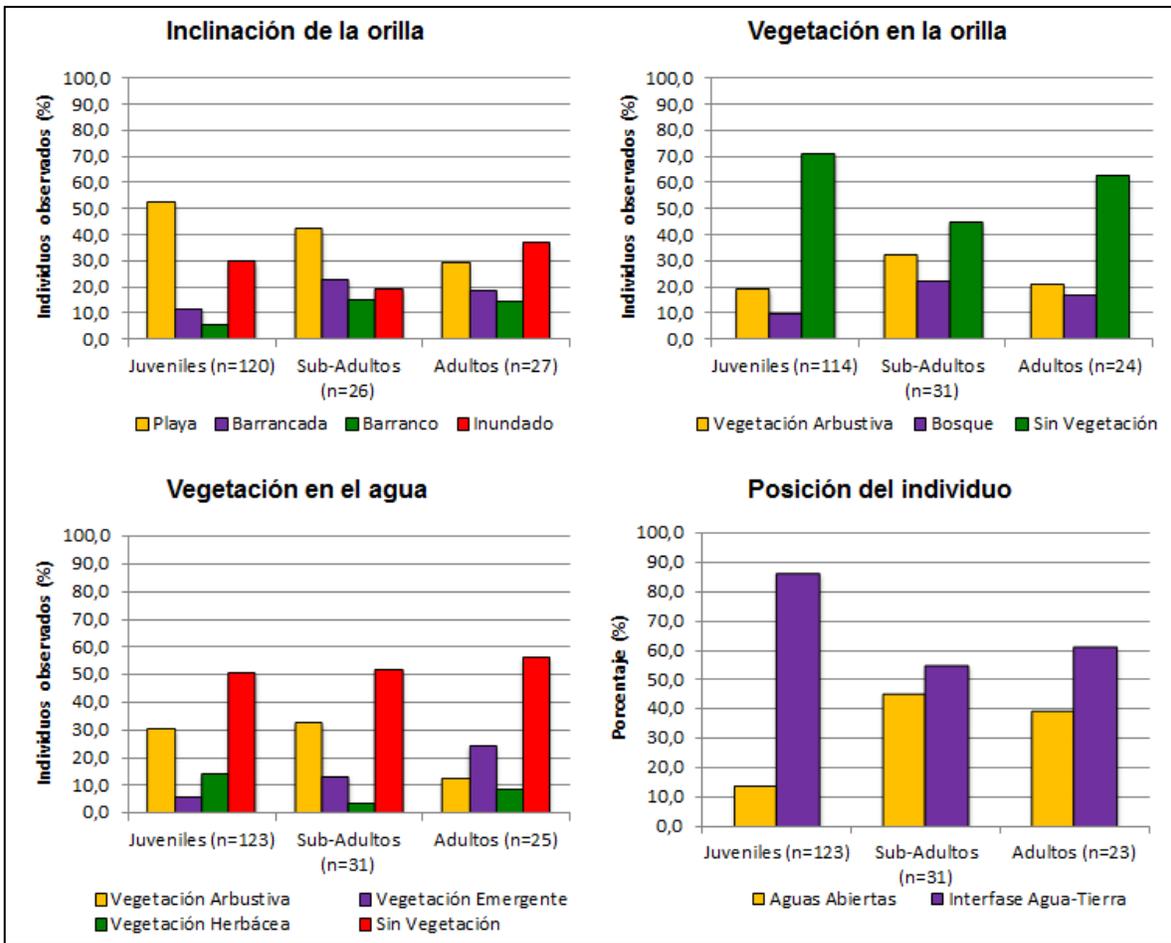


Figura 26. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por *C. intermedius* según la talla de individuos.

Con respecto al análisis espacial del uso de hábitat del caimán del Orinoco, presentado en la Figura 27 y el Anexo 9 (pruebas de significancia), se evidenció una mayor proporción en el uso de playas en los tres sectores, aunque en Las Campanas esta proporción disminuye significativamente a la vez que aumenta el uso de barrancada y barranco en comparación con los otros sectores. Los sectores Piedra Azul y El Naure presentaron diferencias ($p < 0,001$) en cuanto a barrancada y barranco, Las Campanas y El Naure en cuanto a playa, barranco y orilla inundada ($p < 0,001$) y Las Campanas y Piedra Azul en el uso de playa y

barrancada ($p < 0,001$). La ausencia de vegetación en la orilla y en el agua tuvo una gran proporción de uso en los tres sectores, sin encontrarse diferencias significativas entre ellos. Le sigue en importancia el uso de vegetación arbustiva en la orilla (presentando diferencias significativas entre Las Campanas y los otros dos sectores) y dentro del río, siendo este último invariable en su uso entre los tres sectores. Adicionalmente, entre Las Campanas y El Naure existe también una diferencia significativa en el uso de vegetación herbácea y ausencia de vegetación sobre la orilla. La mayor proporción de individuos se registró en la interfase agua-tierra y una muy reducida fracción sobre la orilla en los tres sectores; sin embargo, en El Naure y Las Campanas se registró una proporción estadísticamente mayor de individuos en aguas abiertas, en comparación con Piedra Azul. No se obtuvo diferencias entre El Naure y Las Campanas en cuanto a la posición de los individuos ($p = 0,72$).

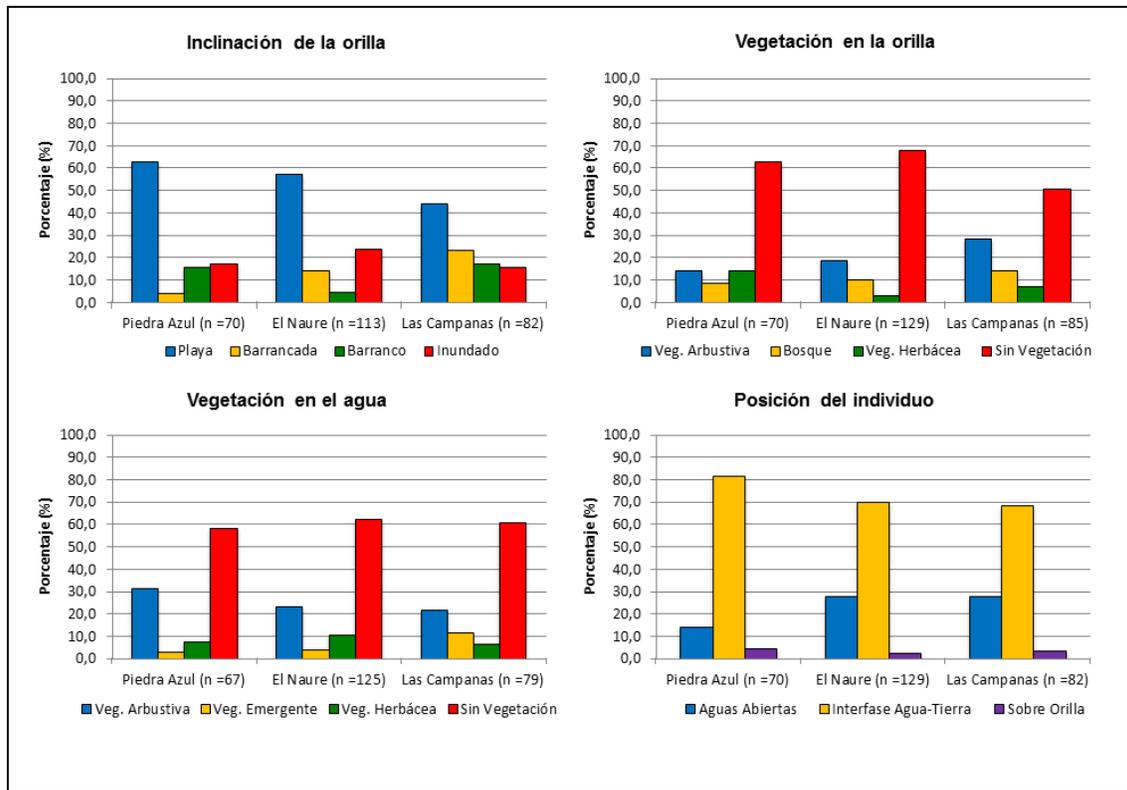


Figura 27. Proporciones de elementos de hábitat utilizado por *C. intermedius* en tres sectores del río Capanaparo: Piedra Azul, El Naure y Las Campanas.

Caracterización de nidos

En un total de 93,4 km recorridos, se encontraron 22 nidos de *C. intermedius* (0,235 nidos/km), en los cuales se evidenció una posible actividad de depredación en 16 de los nidos (15 de origen atópico y 1 nido depredado parcialmente por un gavilán no identificado) y tan sólo 6 nidadas estaban intactas ($35 \pm 8,42$ huevos) (Figura 28). Los nidos se encontraron distanciados en promedio $1218,1 \pm 2757,1$ metros. De estos 22 nidos de caimanes, la mitad (11 nidos) se ubicaron dentro de los transectos del sector Las Campanas (23 km).

Al realizar la prueba de bondad de ajuste, se rechazó la hipótesis nula de que la distribución espacial de los nidos se ajusta a una distribución de Poisson ($\chi^2 = 29,9$; $p = 0,000$). Este resultado indica que los nidos de *C. intermedius* no se distribuyen al azar, de allí que al aplicar el índice de varianza:media (IVM = 1,78) encontramos que dichos nidos se distribuyen de acuerdo a un patrón agregado. No se pudo comparar la distribución de los nidos con la distribución de los adultos, ya que no se registraron individuos de esta clase en el mes de enero (Figura 10).

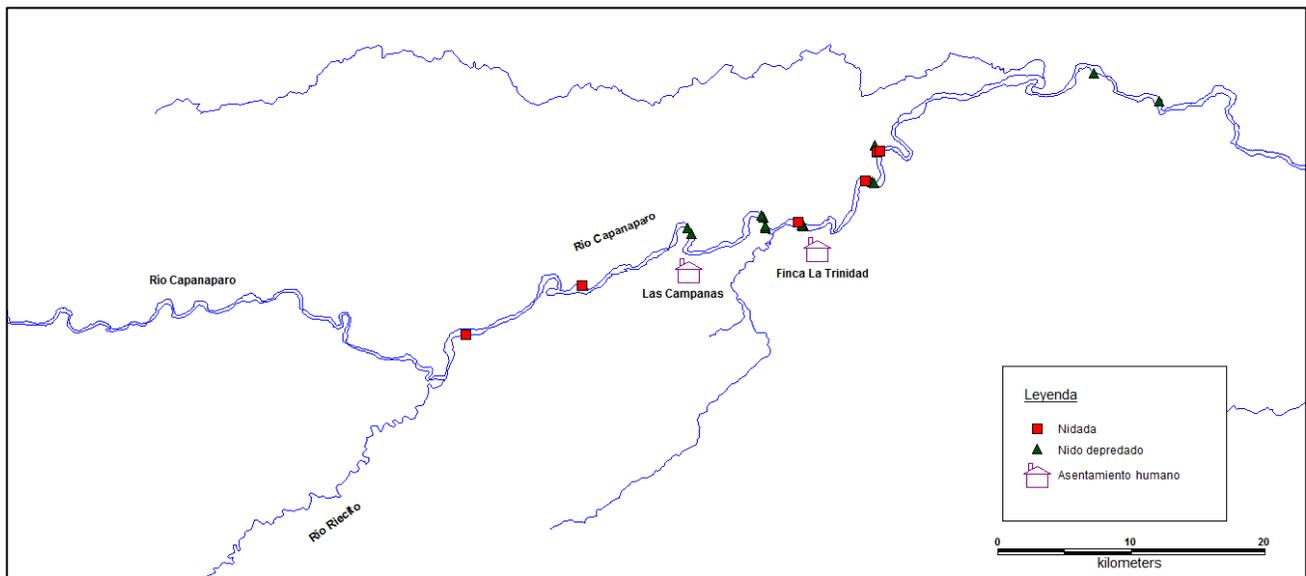


Figura 28. Ubicación de los nidos encontrados (n = 22 nidos) en el río Capanaparo, sector Las Campanas y desembocadura del río Riecito.

Los nidos se encontraron, en su mayoría, en secciones rectas del río (50,0%), con orillas inclinadas entre 30° y 60° (81,8%), desprovistas de vegetación, tanto en la arena (54,5%) como en el agua (86,4%) (Figura 29). Una importante proporción de nidos fue colocada también en la sección cóncava de la orilla de los meandros (40,9%), así como en orillas con vegetación arbustiva (31,8%). En promedio, los

nidos se encontraron a una distancia de $6,5 \text{ m} \pm 2,1 \text{ m}$ de la orilla y $3,5 \text{ m} \pm 1,5 \text{ m}$ de altura, distanciados a $2,3 \text{ m} \pm 1,9 \text{ m}$ de la vegetación más cercana

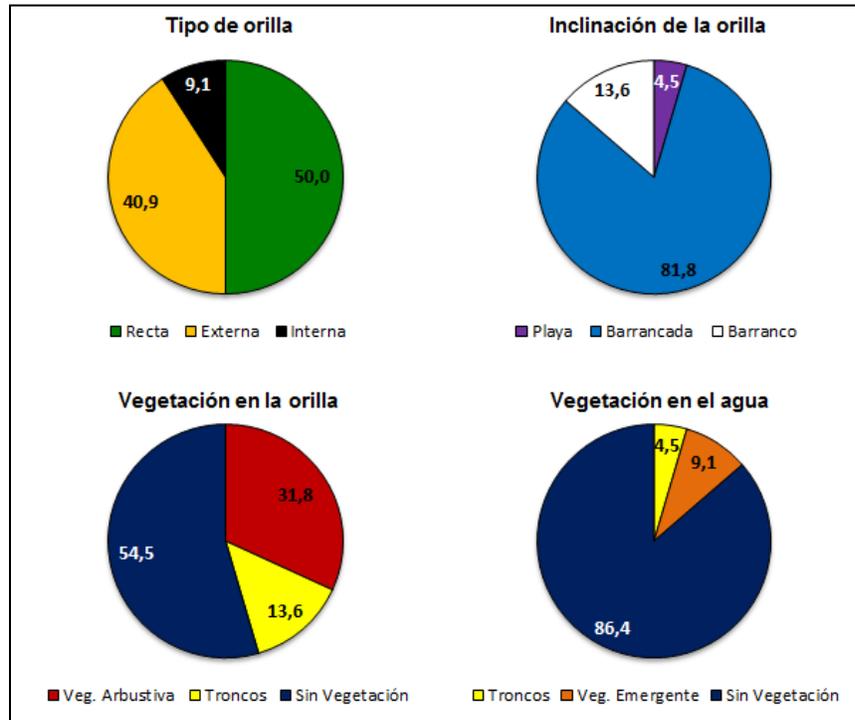


Figura 29. Características de los sitios de nidación de *C. intermedius* (n= 22 nidos).

Los nidos intactos fueron trasladados a una incubadora artificial, lo cual implicó en algunos casos una considerable distancia de traslado. Por ejemplo, la mayor distancia recorrida durante el traslado de uno de los nidos implicó desplazarlo 78 km en bote, 600 m de caminata desde el puerto hasta el campamento y finalmente 228 Km (64 km vía de tierra y 164 km vía asfaltada) en vehículo hasta la estación de guardaparques en La Macanilla.

Eclosión de los nidos

Basado en la fecha de eclosión de la primera nidada (31 de marzo) y tomando en cuenta el período de incubación reportado por Thorbjarnarson y Hernández (1993) que oscila entre 80 y 85 días, se estimó que el período de nidificación del año 2011 comenzó a inicios de enero. La última nidada encontrada en el censo (10 de febrero) presentó la totalidad de los huevos sin formación de la banda opaca alrededor de los mismos y sin mucosidad, por lo que se infirió que fue colocada un par de días antes (Antelo 2008), siendo este el último registro del tiempo de nidificación obtenido para el río Capanaparo.

Durante el período de incubación de los nidos se obtuvo una diferencia significativa en las temperaturas promedio de incubación de los dos tratamientos o condiciones de irradiación solar (T de Wilcoxon = 0; $p = 0,002$). La temperatura de incubación media bajo el tratamiento de irradiación solar directa fue de $33,4 \pm 0,14$ °C ($32,2 - 34,9$ °C). Bajo el tratamiento de irradiación solar indirecta, la temperatura de incubación media fue de $32,4 \pm 0,19$ °C ($31,5 - 34,3$ °C) (Figura 30).

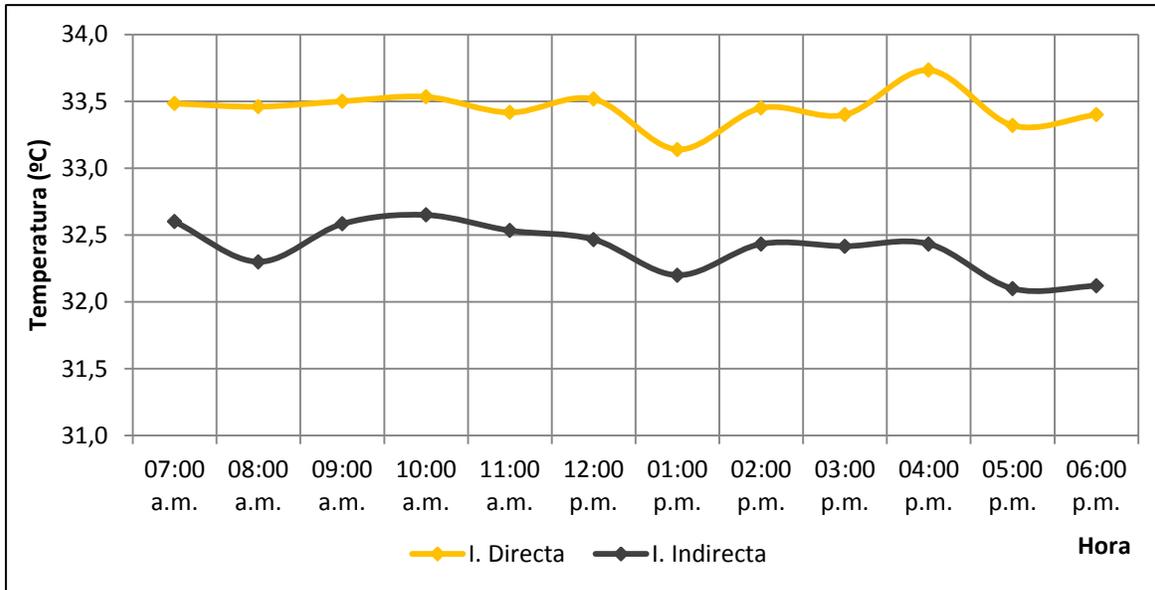


Figura 30. Variación de la temperatura media de incubación durante el día bajo las condiciones de irradiación solar directa e indirecta en La Macanilla.

El porcentaje de eclosión de los huevos incubados bajo irradiación directa fue de $75,0\% \pm 24,2\%$ totalizando 73 neonatos vivos, mientras que bajo irradiación indirecta fue de $87,2\% \pm 10,5\%$ con 88 neonatos vivos (Tabla 12). A pesar de que obtuvo un mayor porcentaje de eclosión promedio en el grupo que se incubó bajo irradiación indirecta, no se encontró una diferencia significativa entre ambos tratamientos (U Mann-Whitney = 2; $p = 0,3827$). Sin embargo, el tamaño muestral ($n = 6$ nidos) es muy bajo para sacar conclusiones, por lo cual sería necesario una muestra de mayor tamaño para poder realizar un análisis más robusto.

Los huevos que sufrieron algún tipo de golpe que conllevara al agrietamiento de la cáscara durante el traslado de los nidos, se seleccionaron y separaron conformando un nido de 14 huevos (CR) bajo el tratamiento de irradiación solar

indirecta. Este nido no se incluyó en el análisis estadístico. Sin embargo, se registró un porcentaje de eclosión de 57,14% y un total de 8 neonatos vivos.

Tabla 12. Porcentajes de eclosión de los dos tratamientos (irradiación directa e indirecta) de incubación de nidos de *C. intermedius*.

Nido	Irradiación	No. de huevos	Porcentaje de eclosión (%)	No. de neonatos	Promedio (%) \pm DE
C1	Indirecta	28	92,86	26	87,16 \pm 10,54
C2	Indirecta	24	75,00	18	
C3	Indirecta	47	93,62	44	
C4	Directa	17	47,06	8	75,01 \pm 24,22
C5	Directa	34	88,24	30	
C6	Directa	39	89,74	35	
*CR	Indirecta	14	57,14	8	57,14

*CR: nido conformado por huevos agrietados durante el traslado.

Relaciones de abundancia de *C. intermedius* y *C. crocodilus*

Debido a que los datos de la población de *C. crocodilus* no presenta homogeneidad de varianza (Levene $F = 4,64$; $p = 0,005$), ni normalidad durante el mes de enero (Anexos 5 y 6), se realizó una prueba de correlación no paramétrica (coeficiente de correlación r_s de Spearman de rangos ordenados). En ninguno de los casos se encontró asociación significativa alguna entre ambas especies, ya sea entre periodos de muestreo y entre sectores (Tabla 13). Sin embargo, hay algunas tendencias de asociaciones negativas entre las dos especies en términos temporales (enero y octubre) y espaciales (Piedra Azul).

Tabla 13. Valores de correlación entre *C. intermedius* y *C. crocodilus* en el río Capanaparo entre períodos de muestreos y sectores.

	r_s	p
Enero	-0,476	0,216
Junio	0,419	0,302
Octubre	-0,500	0,216
Piedra Azul	-0,317	0,385
El Naure	0,500	0,178
Las Campanas	0,314	0,564
Total	-0,120	0,576

A pesar de que la relación negativa entre ambas especies no es significativa (Tabla 13), ésta se puede evidenciar al comparar la abundancia relativa de ambas especies a nivel espacial y temporal (Tabla 14). Durante el mes de enero, en el sector Piedra Azul, se obtuvo el mayor valor de abundancia de babas ($8,05 \pm 4,60$ ind/km), así como la menor abundancia de caimanes ($0,07 \pm 0,07$ ind/km). El caso contrario ocurrió en Las Campanas, en donde se registró la mayor densidad de caimanes ($1,65 \pm 0,49$ ind/km) durante el mes de octubre y la menor abundancia de babas ($0,08 \pm 0,11$ ind/km) en el mes de junio, ambos meses correspondientes al período de lluvias.

Tabla 14. Densidad de babas y caimanes en los tres sectores evaluados en el río Capanaparo en el año 2011

Sector	Mes	Densidad babas (ind/km) ± DE (n)	Densidad caimanes (ind/km) ± DE(n)
Piedra Azul	Enero	8,05 ± 4,60 (335 ind.)	0,07 ± 0,07 (3 ind.)
	Junio	0,46 ± 0,25 (19 ind.)	0,79 ± 0,42 (33 ind.)
	Octubre	4,05 ± 0,42 (166 ind.)	0,77 ± 0,45 (32 ind.)
El Naure	Enero	2,37 ± 0,96 (86 ind.)	0,52 ± 0,44 (17 ind.)
	Junio	0,62 ± 0,32 (22 ind.)	0,96 ± 0,58 (33 ind.)
	Octubre	2,52 ± 0,64 (95 ind.)	1,56 ± 0,59 (56 ind.)
Las Campanas	Enero	0,52 ± 0,46 (13 ind.)	0,53 ± 0,33 (13 ind.)
	Junio	0,08 ± 0,11 (2 ind.)	0,87 ± 0,04 (20 ind.)
	Octubre	0,81 ± 0,16 (19 ind.)	1,65 ± 0,49 (39 ind.)

DISCUSIÓN

Abundancia poblacional

Los sectores donde se reportaron mayores densidades de caimanes en el río Capanaparo fueron Las Campanas, seguida en importancia por El Naure, mientras que en Piedra Azul se obtuvo la menor abundancia relativa de la especie. Esta tendencia espacial concuerda con los resultados obtenidos en evaluaciones realizadas en años anteriores (Thorbjarnarson 1988, Thorbjarnarson y Hernández 1992, Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003).

En líneas generales, las mayores densidades de caimanes se registraron en las zonas más alejadas de La Macanilla, principal centro poblado del río Capanaparo. Llobet y Seijas (2003) realizaron un análisis de presión humana basado en la proximidad a los asentamientos humanos, su tamaño poblacional y el grado de dificultad de movilización en la superficie terrestre del área de estudio. A pesar de no haber encontrado diferencias significativas entre los sectores del río, estos autores encontraron una tendencia similar a la obtenida en el presente en cuanto a la variación de la presión humana en el área de estudio.

El acceso por carretera al río, así como la cercanía de los centros poblados a las áreas de distribución de *C. intermedius*, pueden explicar su variabilidad en términos de abundancia poblacional (Thorbjarnarson y Hernández 1992, Llobet y Seijas 2003). Los sectores del río cercanos a los grandes centros poblados son

más propensos a tener una presión humana de mayor magnitud debido a que la densidad humana es mayor, aumentando el impacto por actividades como la pesca y la caza furtiva, así como la recolección de huevos y neonatos para su posterior comercio. De igual manera, aquellos sectores del río que tienen un mejor acceso por carretera asfaltada presentan un mayor impacto antrópico que aquellos sectores en los que el acceso se dificulta por el mal estado o deterioro de la vía.

Otro factor importante que puede afectar la abundancia de *C. intermedius* es el nivel del agua del río, el cual puede influir en el comportamiento de los caimanes y su distribución espacial (Llobet 2002). En el presente estudio, durante el mes de enero (sequía) se observó una abundancia menor de caimanes en comparación con los muestreos realizados durante el período de lluvias (junio y octubre) especialmente en el mes octubre, obteniendo una diferencia estadísticamente significativa (Figura 9). El bajo nivel de agua del río en el mes de enero ocasionó un aumento en el esfuerzo y la perturbación durante el muestreo, ya que en varias ocasiones el bote encalló en las playas y hubo que bajarse del mismo para buscar de nuevo el cauce.

La relativamente baja abundancia de caimanes durante el período de sequía puede deberse al aumento de la disponibilidad de ciertos hábitat en donde estos pueden refugiarse (madrigueras o solapas); durante el período de lluvias, estos animales abandonan estos sitios de resguardo debido al aumento del nivel de inundación (Seijas 2000, Seijas y Chávez 2000).

La vegetación ribereña y acuática puede representar un buen refugio para los cocodrilianos, pudiendo afectar su detección durante el censo (Llobet 2002). En aquellos lugares en donde se encontró abundante vegetación boscosa en la orilla y emergente en el agua, se hizo más difícil el acercamiento hasta el ejemplar para su identificación; caso contrario ocurrió en las orillas inundadas y playas desprovistas de vegetación o con vegetación de mediano y bajo porte, en donde se pudo realizar una aproximación mayor.

La metodología utilizada durante los censos nocturnos en el presente estudio resultó apropiada. Sin embargo algunos factores pudieron introducir un sesgo importante en la estimación de la abundancia. En este sentido, el factor de mayor importancia fue la fase lunar en la que se realizaron los censos nocturnos. El censo de enero (sequía) se realizó durante la fase de luna llena, mientras que los censos de junio y octubre (lluvia) durante luna nueva. En los dos últimos censos se pudo realizar una mayor aproximación a los cocodrilianos para su identificación. Adicionalmente, en el censo de enero se utilizó un motor fuera de borda de dos tiempos (40 hp), mientras que en junio y octubre se utilizó un motor de cuatro tiempos (50 hp); el segundo motor permitió un desplazamiento más rápido y silencioso. Estos factores pudieron disminuir la efectividad en la detección de babas y caimanes en el mes de enero, y por ende subestimar en mayor medida la población correspondiente a este período.

Otra limitante de la estimación de abundancia viene dada por el índice de abundancia relativa, ya que el mismo no toma en cuenta la totalidad de la

población, sino que se restringe únicamente a los individuos observados, mientras que una fracción de la población no es detectada (Ojasti 2000, Llobet 2002).

Desde 1991 se ha realizado un refuerzo poblacional periódico en el río Capanaparo, principalmente de individuos juveniles ($n = 956$ individuos, $LT_{\text{promedio}} = 699,1 \text{ cm} \pm 209,2 \text{ cm}$). De los anteriores, 459 individuos (48,01%) fueron liberados entre el año 2009 y 2011.

Eliminando la alta tasa de mortalidad durante el primer año de la vida de los caimanes, es decir, mientras los neonatos son susceptibles en mayor medida a ser depredados, la cría y posterior liberación de estos individuos debería tener un efecto positivo en la recuperación de la población (especialmente en el sector El Naure y sus adyacencias, en donde la densidad humana es relativamente baja y cuyo impacto está focalizado hacia los nidos y neonatos). En el sector Agua Linda, ubicado a 700 m del final de la transecta de Piedra Azul, se liberaron 285 individuos en el año 2009. Sin embargo, en el año 2011 se estimó un número de 24 individuos (sin contar a los neonatos) en el sector Piedra Azul, cifra que se encuentra muy por debajo de lo esperado tras la liberación. Debido a esto, la disminución de la abundancia poblacional en los tres sectores durante los últimos diez años indica que el objetivo de aumentar el tamaño de la población de *C. intermedius* en el río Capanaparo no se ha logrado.

La presencia de otras especies simpátricas de cocodrilianos, como *C. crocodilus* y *Paleosuchus palpebrosus*, puede afectar también la distribución de *C. intermedius*

en el río (Seijas y Chávez 2000). Esto puede deberse a las fuertes interacciones antagónicas por recursos, principalmente comida y hábitat, y por la depredación de caimanes neonatos y juveniles por parte de individuos de mayor tamaño de *C. intermedius*, *C. crocodilus* y *P. palpebrosus* (ver el acápite correspondiente a “Relaciones de abundancia entre *C. intermedius* y *C. crocodilus*”).

Estructura poblacional

La estructura de tallas de *C. intermedius* mostró diferencias estadísticamente significativas a nivel temporal (períodos) y espacial (sectores) durante el año 2011, a diferencia de la estructura poblacional obtenida para el año 2001 en el área de estudio (Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003).

En términos generales, la estructura de tallas estuvo dominada por juveniles durante los tres períodos estudiados, mientras que sub-adultos y adultos se encontraron en proporciones relativamente similares. En el mes de junio se registró un aumento significativo en la proporción de adultos (aunque muchos cocodrilianos sin identificar se encontraron en las sabanas inundadas durante este mes), mientras que en octubre incrementó la proporción de sub-adultos. Esta tendencia se hizo más evidente en el sector Las Campanas, en donde pudo haber aumentado la detección de los individuos debido al abandono de los sitios de resguardo (madrigueras) por el aumento del nivel del río.

Los individuos adultos y sub-adultos representan una importante proporción en lugares con altas densidades de caimanes (Seijas y Chávez 2000). Probablemente las distancias de escape (distancia a la cual el individuo escapa ante la aproximación del observador) sean mayores en los adultos que habitan esta área, como una consecuencia de la presión de caza a la cual están sometidos (Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003). Este hecho, junto a que la aproximación durante el mes de enero fue más ruidosa producto del tipo de motor fuera de borda usado y de la mayor luminosidad (debido a la fase de luna llena), pudieron ser la causa de una disminución en la detección de la clase adulta en este período de tiempo.

En Piedra Azul el número de adultos y sub-adultos fue muy reducido durante los tres períodos, en comparación con los otros sectores evaluados. Esto puede ser evidencia de la alta presión de caza sobre los individuos de mayores tallas en las cercanías de La Macanilla, el mayor asentamiento humano del río Capanaparo. El hecho de que en el sector Las Campanas se haya registrado una mayor proporción de adultos con respecto a los otros dos sectores puede indicar que ésta sea un área de baja presión humana sobre los individuos de talla grande. Probablemente la ausencia de adultos durante el mes de enero (período de anidación) en Las Campanas se deba a la falla en la detección de dicha clase debido a las condiciones de mayor luminosidad y ruido durante el muestreo en este mes, con respecto a los dos muestreos posteriores.

Comparación de abundancia y estructura poblacional entre el 2001 y el 2011

El río Capanaparo es uno de los lugares de mayor importancia en cuanto a abundancia poblacional de *C. intermedius* en Venezuela (Godshalk 1978, Thorbjarnarson 1988, Thorbjarnarson y Hernández 1992, Llobet 2002).

Para el año 2011 se estimó una población de 94 individuos (excluyendo a los neonatos) para los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas del río Capanaparo. Este valor disminuyó considerablemente (un 63,3% con respecto al calculado para la misma área de estudio durante el año 2000-2001 por Llobet (2002) y Llobet y Seijas (2003), quienes estimaron una población de 256 caimanes. Una evaluación realizada anteriormente por Thorbjarnarson (1988) dio como resultado una estimación poblacional de 88 individuos en el mismo lugar, cifra que representa un 34,4% del tamaño estimado para el año 2001 y un 93,6% del estimado para el 2011. Esta diferencia registrada en los trabajos de estos investigadores pudo ser generada por la metodología de muestreo utilizada, la cual fue diferente en cada caso, y en segundo lugar por efecto del reforzamiento poblacional de individuos principalmente juveniles ($n = 468$ individuos; $LT_{aprox} = 661,5 \text{ cm} \pm 209,5 \text{ cm}$) que se realizó entre 1991 y 1993 (Llobet 2002).

El decrecimiento poblacional significativo registrado entre 2001 y 2011 puede ser atribuido a varios factores, de los cuales, el principal sea de naturaleza antrópica. La mayor amenaza para la supervivencia del caimán del Orinoco en el río Capanaparo es la depredación de sus huevos por parte de los indígenas de la etnia Yaruro, quienes utilizan este recurso para su alimentación de subsistencia y

en su comercialización con criollos (Thorbjarnarson y Hernández 1992). Esta actividad se pudo evidenciar principalmente durante las búsquedas de los nidos durante el mes de febrero, observándose una gran cantidad de nidos depredados con indicios de presencia humana alrededor. Previamente durante las estimaciones poblacionales del mes de enero, se observaron campamentos indígenas apostados a la orilla del río Capanaparo a la espera de las actividades de desove de caimanes y tortugas del género *Podocnemis*. Por otra parte, obtuvimos información de esta actividad vía el baquiano indígena, quien mantenía comunicaciones con los pobladores de su comunidad que le informaban sobre las búsquedas de nidos en el río.

Con respecto a la estructura de tallas, resalta la disminución de la fracción de adultos en Piedra Azul con respecto al año 2001, lo cual es un indicio indirecto del impacto que ha tenido la cercanía de este sector al principal centro poblado (La Macanilla), en donde se ha mantenido una alta presión humana de cacería sobre los individuos más grandes, al punto de modificar su estructura poblacional a lo largo del tiempo.

Distribución espacial

En todos los sectores del río Capanaparo existe una tendencia hacia la uniformidad en la distribución de *C. intermedius*, a pesar de que a nivel espacial y temporal esta distribución varíe presentando distintos grados de agregación o dispersión. Únicamente en Piedra Azul durante el mes de enero se obtuvo un

índice de varianza:media cercano a 1, que pudiera indicar un grado de aleatoriedad en la distribución de los individuos en este sector. Este hecho puede estar relacionado con la baja densidad de caimanes (Llobet 2002, Ávila-Manjón 2008) registrada durante el período de sequía en este sector, obteniendo así una distancia mucho mayor entre los individuos en comparación con las distancias obtenidas en los otros sectores del río. Sin embargo, no se pudo comprobar que esta distribución correspondiera a una distribución hipotética de Poisson debido al reducido tamaño muestral. En consecuencia, no se puede afirmar con certeza que en la población de caimán del Orinoco en Piedra Azul se distribuye según un patrón aleatorio, ya que el análisis de varianza:media no es el adecuado para determinar el patrón de distribución por sí solo. A pesar de que en la distribución de Poisson la media y la varianza son iguales, esta característica puede ser presentada por un gran número de distribuciones teóricas diferentes al patrón de aleatoriedad (Hurlbert 1990), razón por la cual el IVM es utilizado en el presente trabajo con fines comparativos entre sectores en cuanto a la variación de la distribución de los caimanes, y no como una regla para determinar el tipo de distribución.

La preferencia marcada de especies por determinados tipos de hábitat o microhábitat que se encuentran a lo largo de la orilla del río en forma no azarosa o de parches puede conducir a distribuciones espaciales agregadas (Seijas 1988, Seijas 1996, Llobet 2002, Ávila-Manjón 2008). En el sector El Naure se evidenció un aumento en el grado de agregación entre enero y octubre. Durante el mes de junio los juveniles, sub-adultos y adultos se encontraron en aguas abiertas e

interfase agua-tierra en orillas inundadas, aumentando la agregación en este sector.

Por otra parte, en Las Campanas se observó una dispersión al inicio del período de lluvias (junio) y posteriormente aumentó el grado de agregación en el mes de octubre. Este sector es de gran importancia para la actividad de reproducción del caimán del Orinoco en el río Capanaparo, en donde el cortejo ocurre durante los meses de septiembre y octubre y el apareamiento durante el mes de diciembre (Thorbjarnarson y Hernández 1993).

Las relaciones interespecíficas entre dos especies que se encuentran separadas por largas distancias pueden dar lugar a patrones de distribución agregados dentro de una especie, en donde posiblemente tienda a reducir las interacciones negativas entre ellas (Llobet 2002).

Uso de hábitat

En el año 2011 se encontraron marcadas diferencias en la selección de hábitat a nivel temporal. En enero las tres tallas de caimanes se asociaron a orillas sin vegetación acuática ni terrestre, en donde los adultos ocuparon mayormente aguas abiertas y cercanías de orillas en playas, mientras que los sub-adultos se ubicaron en aguas abiertas con orillas inclinadas.

Posteriormente, en junio, las tres tallas de caimanes se observaron en orillas inundadas, en aguas abiertas e interfase agua-tierra con o sin vegetación. Es importante tener en cuenta que durante la recolección de datos de hábitat, la percepción del investigador sobre algunas variables, como la inclinación de orilla y el tipo de vegetación sobre la misma, puede variar en función del nivel del agua (Llobet 2002). Debido a esto, no se pudo distinguir la inclinación de la orilla cubierta por el agua, por lo que se consideró a las orillas inundadas como una categoría adicional. La interfase agua-tierra fue usada por individuos juveniles en una alta proporción (86,2%), aunque esta posición fue usada con mayor equidad en sub-adultos (54,8% interfase agua-tierra y 45,2% aguas abiertas) y adultos (60,9% interfase agua-tierra y 39,1% aguas abiertas). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Llobet (2002), Ávila-Manjón (2008) y Espinosa-Blanco y Seijas (2010) en el uso de hábitat de caimán del Orinoco.

Probablemente existe algún grado de superposición de nichos entre los caimanes juveniles y sub-adultos, ya que se encontró una gran similitud entre los microhábitats en donde se encontraron a los juveniles durante el mes de enero y los sub-adultos en octubre. En octubre los sub-adultos pudieron haber desplazado a los juveniles hacia la interfase tierra-agua de playas sin vegetación, o sobre las orillas de playas desnudas con pequeños arbustos en el agua, así como de barrancadas boscosas con vegetación emergente en el agua. Esto obedece a que los juveniles se encuentran en inferioridad de condiciones para competir con individuos de tallas mucho mayores, lo cual causa su desplazamiento hacia

hábitats más cercanos a la orilla, disminuyendo así la competencia intraespecífica (Ávila-Manjón 2008)

Tanto la diferencia significativa en la variación temporal, como la selección de microhábitats en aguas abiertas por parte de adultos en playas y barrancos, concuerdan con los resultados obtenidos por Llobet (2002). Sin embargo, el referido autor no encontró una variación significativa en el uso de hábitat entre los sectores en el año 2001. A pesar de que en el análisis de correspondencia no se pudo evaluar la variación espacial (entre sectores) debido a que los registros de los individuos se realizaron tomando en cuenta todos los sectores, a fin de aumentar el tamaño de las muestras en cada categoría, se observó que el sector Las Campanas presentó en la mayoría de los casos diferencias significativas en el uso de microhábitats con respecto a Piedra Azul y El Naure.

En general, a medida que aumenta la talla de los individuos, estos tienden a alejarse de la orilla (Llobet 2002, Espinoza-Blanco y Seijas 2010). En aguas abiertas habitan presas de tallas más grandes en comparación a las presentes en las cercanías a la orilla, razón por la cual, probablemente, los adultos se ubiquen en este tipo de hábitat acuático y los sub-adultos y juveniles hacia las orillas (Ávila-Manjón 2008). Adicionalmente, la selección de aguas abiertas por parte de los adultos puede estar relacionada con el comportamiento de cortejo y apareamiento (Ávila- Manjón 2008) especialmente en diciembre, cuando ocurre el apareamiento de esta especie en el río Capanaparo (Thorbjarnarson y Hernández 1993). Otro factor que puede explicar la selección de la interfase agua-tierra por

parte de los juveniles puede ser la composición de su dieta, ya que una importante proporción de presas corresponde a pequeños vertebrados terrestres (Seijas 1998).

La vegetación (especialmente aquella no leñosa) puede brindar a los caimanes juveniles protección contra los depredadores, regulación térmica y recursos alimenticios (Jimenez-Orúa 2002). Otro factor de importancia que determina el uso de hábitat por parte de *C. intermedius*, es la presencia de *C. crocodilus*. La coexistencia entre estas dos especies es posible debido a las diferencias marcadas en el uso de hábitat, que en el caso de las babas tienden a encontrarse en un hábitat tanto fuera del agua como en la orilla, asociado a la vegetación terrestre en la margen del río (Espinosa-Blanco y Seijas 2010). La diferencia en la selección de microhábitat en babas y caimanes puede estar relacionada con la abundancia y estructura poblacional de ambas especies Llobet (2002). En los sectores con alta densidad de caimanes y baja densidad de babas, las últimas tienden a evitar las zonas de playas donde se encuentran los caimanes. Por el contrario, en sectores con alta abundancia de babas y baja densidad de caimanes, la proporción de babas en playas tienden a aumentar, ya que disminuye la amenaza de depredación por parte de los caimanes.

Caracterización de los nidos

La densidad de nidos registrada en el mes de febrero del año 2011 fue de 0,24 nidos/km, entre el poblado de San Luis y la confluencia del río Riecito con el río

Capanaparo. Este valor concuerda con lo reportado por Thorbjarnarson y Hernández (1993), quienes obtuvieron entre 0,24 y 0,36 nidos/km. Asimismo, la mayor densidad obtenida por Llobet (2002) fue de 0,20 nidos/km en el sector Las Campanas, donde se encuentra la mayor parte de la población reproductiva (Thorbjarnarson y Hernández 1993); no obstante, los lugares con mayor tasa de reproducción son aquellos donde ocurre un mayor impacto sobre las crías de caimán, como ocurre en el sector Las Campanas (Llobet 2002).

Dentro de las transectas correspondientes al sector Las Campanas (23 km) se encontraron 11 nidos de caimanes, cifra que concuerda con el estimado de 13 individuos adultos en este sector (Tabla 1).

A pesar del gran impacto humano sobre las nidadas de caimán del Orinoco en el río Capanaparo (Thorbjarnarson 1988, Thorbjarnarson y Hernández 1992, Llobet 2002, Llobet y Seijas 2003), la densidad de las mismas se ha mantenido relativamente estable en las últimas dos décadas. Probablemente los individuos adultos del sector Las Campanas tengan una menor presión humana que las demás clases de *C. intermedius* (neonatos, juveniles y sub-adultos), lo que puede traer como consecuencia una disminución poblacional pero con una proporción de adultos estable. Sin embargo, las densidades de nidos obtenidas para el río Capanaparo son menores que las reportados para el Sistema de Río Cojedes de 1,03 nidos/km (Seijas 2000).

La cronología de nidificación concuerda con la cronología descrita para la especie (Thorbjarnarson y Hernández 1993, Seijas 1998, Llobet 2002, Antelo 2008), iniciando a principios de enero hasta inicios de febrero en el período de menor precipitación. La eclosión ocurrió entre inicios y mediados de abril (al inicio del período de lluvias), siendo un poco temprana en comparación con lo descrito por Seijas (1998, 2000) para el río Cojedes, que dura entre mediados de abril y comienzos de mayo.

La anidación de *C. intermedius* está correlacionada inversamente con la pluviosidad (Jiménez-Orúa 2002) debido a que durante la estación seca disminuye la pérdida de embriones por subidas del nivel del agua en los ríos (Seijas 2000, Jiménez-Orúa 2002), así como el aumento en la abundancia de alimento disponible para los neonatos durante el inicio del período de lluvia (Thorbjarnarson y Hernández 1993).

El hábitat de anidación comprende, en su mayoría, orillas rectas (50,0%) y orillas externas de los meandros (40,9%), con una inclinación entre 30 y 60° (81,8%), ya estén en la parte terrestre desprovistas de vegetación (54,5%) o con vegetación arbustiva en las cercanías (31,8%) y sin vegetación en el agua (86,4%). Otros factores, como las características físicas y químicas del suelo pueden condicionar la selección del sitio de nidificación (Llobet 2002). Sin embargo, el caimán del Orinoco puede anidar en otros tipos de suelo cuando las playas arenosas no están disponibles, como en suelos arcillosos o sobre vegetación (Thorbjarnarson y Hernández 1993). El hábitat de anidación observado en el 2011 es muy similar al

descrito por Thorbjarnarson y Hernández (1993) para el río Capanaparo, con nidos ubicados en orillas arenosas en zonas elevadas donde disminuye la probabilidad de anegación durante la crecida del río.

El análisis espacial de los nidos indica que éstos se distribuyen según un patrón agregado en Las Campanas. Esta distribución puede indicar la formación de grupos polígamos entre un macho dominante y dos o más hembras (Thorbjarnarson y Hernández 1993, Seijas 2000). Sin embargo, no se pudo encontrar una relación entre la distribución de los nidos y los adultos, ya que no se registraron individuos de esta clase durante el período de anidación en el mes de enero.

Eclosión de los nidos

Las temperaturas de incubación en los dos tratamientos de irradiación solar fueron distintas para los mismos, registrando un aumento significativo de 1 °C bajo irradiación solar directa ($33,4 \pm 0,14$ °C) en comparación con el tratamiento de irradiación solar indirecta ($32,4 \pm 0,19$ °C).

El porcentaje de eclosión de los huevos incubados bajo irradiación directa fue de $75,0\% \pm 24,2\%$ (73 neonatos) y bajo irradiación indirecta fue de $87,2\% \pm 10,5\%$ (88 neonatos), con un total de 161 neonatos nacidos. A pesar de la diferencia en el porcentaje de eclosión de ambos tratamientos, no se pudo establecer el tratamiento más adecuado para la incubación de los nidos debido al bajo tamaño

muestral. Paralelamente a la eclosión de los nidos sometidos a los tratamientos de irradiación solar, nacieron ocho crías provenientes de un nido compuesto por huevos agrietados (seleccionados y separados de los nidos originales), en donde se registró un porcentaje de eclosión de 57,14%.

El porcentaje de eclosión bajo irradiación solar indirecta concuerda con el obtenido por Antelo (2008), con un valor de 84,3% en nidos incubados artificialmente a una profundidad de entre 30 y 50 cm bajo una bombilla infrarroja de 250W, a temperaturas constantes, entre 28,7 y 33,3 °C. Por su parte, Jiménez-Orúa (2002) reporta porcentajes de eclosión entre 15% y 100%, utilizando cavas de anime en un cuarto cerrado sin ningún control de temperatura y humedad relativa.

La técnica de incubación *ex situ* en canteros de bajo presupuesto utilizada en el presente trabajo presenta una gran cantidad de beneficios, siempre que su mantenimiento se lleve a cabo rigurosamente, en comparación con las utilizadas en otros proyectos de conservación de caimán del Orinoco. Ésta requiere de una inversión relativamente baja de dinero para su construcción y mantenimiento operativo, ofrece una protección constante a los nidos y permite obtener altos porcentajes de eclosión de nidadas. La desventaja de esta técnica radica en la vulnerabilidad de los huevos con respecto a su deterioro durante el traslado, así como la falta de control de las condiciones de incubación (temperatura y humedad constantes) y el riesgo de inundación de la incubadora durante el inicio del período de lluvias, que coincide con la eclosión de los nidos (sin embargo, para evitar la

inundación de los mismos se colocó un cobertor de plástico durante los días de lluvia).

Relaciones de abundancia entre *C. intermedius* y *C. crocodilus*

La correlación de la abundancia entre las dos especies de cocodrilianos en el río Capanaparo (tomando en cuenta todos los sectores) fue negativa, pero no significativa. Sin embargo, durante el período de sequía en el sector Piedra Azul se encontró la mayor densidad de babas y la menor densidad de caimanes, mientras que en el período de lluvias en Las Campanas se registró la mayor densidad de caimanes, así como la densidad de babas más baja, lo cual indica que esta relación negativa existe a nivel espacial y temporal.

En el año 2001 se encontró de igual manera una correlación negativa entre ambas especies, pero a diferencia del presente estudio, esta correlación fue altamente significativa (Llobet 2002). Correlaciones negativas entre babas y cocodrílidos sugieren interacciones interespecíficas negativas, como competencia y depredación de babas adultas sobre neonatos y juveniles de caimán de la Costa (Seijas 1996, Seijas 2000) y caimán del Orinoco (Thorbjarnarson 1992, Thorbjarnarson y Hernández 1992), especialmente cuando la abundancia de las babas supera a la de los caimanes.

La ocurrencia temporal de las babas en el río durante la estación seca y su traslado fuera de éste durante el período de lluvias, puede dar cuenta de algunas

de las diferencias al menos durante el período de lluvias. Seijas (1988) encontró que las distancias intraespecíficas tienden a ser mayores que las interespecíficas entre babas y caimanes. En líneas generales, las babas y los caimanes tienden a permanecer separados en el río (Seijas 2000, Ávila-Manjón 2008, Llobet 2002).

CONCLUSIONES

Este trabajo concuerda con las evaluaciones anteriores realizadas por Godshalk (1978), Thorbjarnarson (1988), Thorbjarnarson y Hernández (1992), Llobet (2002) y Llobet y Seijas (2003) en el río Capanaparo, quienes señalan que esta es una de las poblaciones más importantes del país. Sin embargo, se ha evidenciado una disminución de un 63,3% en la abundancia poblacional durante la última década, así como una disminución significativa en la proporción de adultos en el sector Piedra Azul. La presión de caza sobre individuos de mayores tallas (adultos), la depredación de nidos en temporada de reproducción y el comercio de crías de caimán del Orinoco ha causado un declive en la abundancia y estructura poblacional.

En el sector Piedra Azul se encontró la mayor densidad de babas ($8,05 \pm 4,60$ ind/km), así como la menor abundancia de caimanes ($0,07 \pm 0,07$ ind/km), mientras que en Las Campanas se registró la densidad de caimanes más alta ($1,65 \pm 0,49$ ind/km) durante el mes de octubre y la menor abundancia de babas ($0,08 \pm 0,11$ ind/km) en el mes de junio, ambos meses correspondientes al período de lluvias. Las mayores densidades de caimanes se registraron en Las Campanas

(1,43 ± 0,54 ind/km), la zona más alejada de La Macanilla, principal centro poblado del río Capanaparo. El refuerzo poblacional realizado en el río Capanaparo, especialmente en el sector Piedra Azul, no ha tenido éxito en cuanto no se ha podido incrementar la abundancia poblacional; sin embargo, esta actividad es de gran importancia ya que puede contrarrestar en cierto modo el efecto negativo de la presión de caza que se mantiene sobre esta especie.

La estructura de tallas estuvo dominada por juveniles (61,4%) durante los tres períodos estudiados, mientras que sub-adultos (20,4%) y adultos (18,2%) se encontraron en proporciones relativamente similares. El número de adultos (1 individuo) y sub-adultos (2 individuos) fue muy reducido en Piedra Azul, probablemente por la alta presión de caza sobre los individuos de mayores tallas en las cercanías de La Macanilla.

En el presente estudio se encontró una tendencia a la uniformidad en la distribución de *C. intermedius* en el río Capanaparo con variaciones de agregación espaciales y estacionales, pudiendo obedecer a interacciones interespecíficas (competencia y depredación) entre babas y caimanes, y a la preferencia marcada de ambas especies por determinados tipos de hábitat o microhábitat, que se encuentran a lo largo de la orilla del río en forma de parches (Seijas 1988, Seijas 1996, Llobet 2002, Ávila-Manjón 2008). Las largas distancias entre caimanes y babas posiblemente tiendan a reducir las interacciones negativas entre las dos especies (Llobet 2002).

Se encontraron marcadas diferencias en la selección de hábitat a nivel temporal. Los adultos ocuparon mayormente aguas abiertas, mientras que los sub-adultos se ubicaron en aguas abiertas con orillas inclinadas. Una alta proporción de individuos se encontró en la interfase agua-tierra, especialmente los juveniles. La disponibilidad de presas más grandes en aguas abiertas y el comportamiento de cortejo y apareamiento pueden ser los principales factores por los cuales los adultos se encuentren asociados a zonas más profundas y alejadas de la orilla (Ávila-Manjón 2008). Por otra parte, los juveniles pueden encontrar en las zonas cercanas a la orilla pequeños vertebrados terrestres que forman un componente importante de su dieta (Seijas 1998).

Probablemente existe algún grado de superposición de nichos entre los caimanes juveniles y sub-adultos. Sin embargo, al encontrarse en inferioridad de condiciones para competir con individuos de tallas mucho mayores, los juveniles finalmente se desplazan hacia otros tipos de hábitats más cercanos a la orilla, disminuyendo así la competencia intraespecífica (Ávila-Manjón 2008).

La densidad de nidos (0,24 nidos/km) en Las Campanas se ha mantenido estable en las últimas dos décadas, a pesar del impacto humano sobre los mismos. En este sector se encuentra la mayor parte de la población reproductiva.

La cronología de nidificación concuerda con la cronología descrita para la especie (Thorbjarnarson y Hernández 1993, Seijas 1998, Llobet 2002, Antelo 2008), iniciando a principios de enero hasta inicios de febrero en el período de menor

precipitación. Posteriormente la eclosión ocurrió entre inicios y mediados de abril (junto con el inicio del período de lluvias). El hábitat de anidación estuvo compuesto en su mayoría por orillas rectas y orillas externas de los meandros, con una inclinación entre 30° y 60°, desprovistas de vegetación o con vegetación arbustiva en la tierra y sin vegetación en el agua. Adicionalmente, la distribución agregada de los nidos en Las Campanas puede indicar la formación de grupos polígamos entre un macho dominante y dos o más hembras (Thorbjarnarson y Hernández 1993, Seijas 2000).

Con respecto a la incubación de los nidos en La Macanilla, la diferencia en el porcentaje de eclosión de ambos tratamientos de irradiación solar no resultó estadísticamente significativa ($p = 0,3827$); este resultado no es concluyente debido a la baja cantidad de nidos encontrados. No obstante la técnica de incubación *ex situ* en canteros de bajo presupuesto utilizada en el presente trabajo presenta una gran cantidad de beneficios, siempre que su mantenimiento se lleve a cabo rigurosamente, en comparación con las utilizadas en otros proyectos de conservación de caimán del Orinoco.

Las relaciones de abundancia entre babas y caimanes son negativas en líneas generales, mas no significativas ($p = 0,576$). Sin embargo, éstas se pudieron evidenciar al comparar la abundancia relativa de ambas especies a nivel espacial y temporal.

RECOMENDACIONES

En vista de la situación actual de la población de *C. intermedius*, así como la importancia que esta especie representa para el ecosistema en el río Capanaparo, es necesario que los esfuerzos realizados por el Programa de Conservación del Caimán del Orinoco en esta zona tengan un seguimiento y una continuidad ininterrumpida. Asimismo, es de gran importancia realizar censos en otros sectores del río Capanaparo, especialmente en el tramo correspondiente desde la confluencia de éste con el río Riecito hasta el territorio colombiano; probablemente en este tramo se encuentren zonas con una importante abundancia poblacional de esta especie.

Es una necesidad embarcarse en un plan binacional entre Venezuela y Colombia (Lasso y col. 2011) en donde se articulen esfuerzos y políticas que favorezcan la protección del caimán del Orinoco. En el territorio compartido entre ambos países existe una gran presión sobre la reproducción de caimanes del Orinoco y tortugas (*Podocnemis expansa* y *P. unifilis*), lo que motiva a la elaboración de estrategias de conservación *in situ* y *ex situ* que incluyan el reforzamiento poblacional de estas especies, auspiciar programas de vigilancia y control, así como programas de educación ambiental y de ser posible, la creación de nuevas áreas protegidas en la Orinoquia.

Este trabajo demuestra que la técnica de incubación utilizada puede lograr altos porcentajes de eclosión de nidos de caimán del Orinoco, a la vez que representa

una alternativa económica y metodológicamente viable para llevar a cabo en las cercanías de las áreas de reproducción de esta especie. Sin embargo, dado el bajo tamaño muestral, se sugiere continuar el experimento de incubación artificial bajo las dos condiciones de irradiación solar y aumentar el número de nidos para que los resultados de los análisis estadísticos sean más robustos, de manera que se puedan establecer las mejores condiciones de incubación sobre la base de un conocimiento sólido.

BIBLIOGRAFÍA

Antelo, R. 2008. Biología del cocodrilo o caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en la Estación Biológica El Frío, Estado Apure (Venezuela). Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España.

Antelo, R., Ayarzagüena, J., Castroviejo, J. 2008. A New Orinoco Crocodile (*Crocodylus intermedius*) Population at Guaritico Wildlife Refuge, El Frio Biological Station and Surrounding Areas. Apure State. Venezuela. En: Proceedings of the Nineteenth Working Meeting of Crocodile Specialist Group. Santa Cruz, Bolivia.

Arteaga, A., Seijas, A. E., Chávez, C., Thorbjarnarson, J. B. 1994. Status and Conservation of the Orinoco Crocodile: An Update. En: Proceedings of the Twelveth Working Meeting of Crocodile Specialist Group. Volumen 1. 143-150. Gland, Suiza.

Arteaga, A. 2008. Reptiles. Pág. 175. En: Rodríguez, J. P., Rojas-Suárez, F. (Eds.). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela.

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

Aymard, G., González, V. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los Llanos de Venezuela. Pág 59. En: Duno de Stefano, R., Aymard, G., Huber, O. (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela. Primera edición. Fundación para la Defensa de la Naturaleza, Fundación Empresas Polar y Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. Tobías Lasser". Caracas, Venezuela.

Ayarzagüena, J. 1987. Conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. Parte I. Río Cojedes. Informe interno. FUDENA, WWF-US, Proyecto 6078.

Babarro, R. 2008. Programa de conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. Informe. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Dirección de Fauna. Caracas, Venezuela.

Chabreck, R. 1963. Methods of capturing, marking and sexing alligators. Annual Conference Southeastern Association of Game and Fish Commissioners. **17**: 47-50.

Clark, P., Evans, F. C. 1954. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology*. **35**: 445-453.

Crocodile Specialist Group 1996. *Crocodylus intermedius*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Revisado el **08 de mayo de 2011**

Daniel, W. 2008. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Editorial Limusa Wiley. D.F., México.

Decreto 1.485. Gaceta Oficial N° 36.059 del 07 de Octubre de 1996.

Decreto 1.486. Gaceta Oficial N° 36.062 del 10 de Octubre de 1996.

Duno de Stefano, R., Huber, O. 2007. Clima. Pág. 43. En: Duno de Stefano, R., Aymard, G., Huber, O. (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela. Primera edición. Fundación para la Defensa de la Naturaleza, Fundación Empresas Polar y Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. Tobías Lasser". Caracas, Venezuela.

Espinosa-Blanco, A.S., Seijas, A.E. 2010. Uso de hábitat entre crocodílicos en el sistema del río Cojedes, Venezuela. *Revista Latinoamericana de Conservación* **1(2)**: 112 - 119

FUDENA. 1993. Plan de Acción: Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela 1994 -1999. Grupo de Especialistas en Cocodrilos de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Godshalk, R. 1978. El caimán del Orinoco, *Crocodylus intermedius*, en Los Llanos Occidentales Venezolanos con observaciones sobre su distribución en Venezuela y recomendaciones para su conservación. Informe interno. FUDENA. Caracas, Venezuela.

Godshalk, R. 1982. Status and conservation of *Crocodylus intermedius* in Venezuela. En: Crocodiles, IUCN Publ (NS) Proceeding of the 5th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group of the Species Survival Commission, IUCN: 39-53. Gainesville, Florida, U.S.A.

Hernández, O. 2007. Zocriaderos del caimán del Orinoco: situación y perspectivas. *Biollania*. **8**: 29-35.

Huber, O. 2007. Sabanas de los Llanos venezolanos. Pág 73. En: Duno de Stefano, R., Aymard, G., Huber, O. (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela. Primera edición. Fundación para la Defensa

de la Naturaleza, Fundación Empresas Polar y Fundación Instituto Botánico de Venezuela “Dr. Tobías Lasser”. Caracas, Venezuela.

Hurlbert, S. 1990. Spatial distribution of the montane unicorn. *Oikos*. **58(4)**: 257-271.

INPARQUES. Propuesta de Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Santos Luzardo (sin publicar).

Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición. Editorial Thomson Learning. México D.F.

Jiménez Orúa. 2002. El caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en los sectores de Laguna Larga y Chigüichigüe del río Manapire, Guárico, Venezuela. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Guanare, Venezuela.

Legendre, P., Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. Segunda edición. Editorial Elsevier. Ámsterdam, Países Bajos.

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

de Maestría. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Guanare, Venezuela.

Llobet, A., Seijas, A. E. 2003. Estado poblacional y lineamientos de manejo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Capanaparo, Venezuela. pp. 117-129. En: Polanco-Ochoa, R. (Ed.). Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Selección de Trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.

MARN. 2000. Primer Informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela.

MARN. 2001. Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica y su Plan de Acción. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y de los Recursos Naturales, Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela.

Medem, F. 1958. Informe sobre reptiles Colombianos III. Investigaciones sobre la anatomía craneal y ecología de *Crocodylus intermedius* (Graves) en Colombia. *Caldasia* **8(37)**: 175-215. Bogotá, Colombia.

Medem, F. 1981. Los Crocodylia de Sur América. Vol. 1. Los Crocodylia de Colombia. Editorial Carrera 7a. Ltda. Bogotá, Colombia.

Medem, F. 1983. Los Crocodylia de Sur América, Vol. 2. Editorial Carrera 7a. Ltda. Bogotá, Colombia.

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

Navarro, M. 2007. Estado poblacional y reproductivo del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el río Cojedes. Tesis de Pregrado. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

PROFAUNA. 1994. Plan estratégico: Supervivencia del caimán del Orinoco en Venezuela. MARNR, Servicio Autónomo de Fauna, PROFAUNA. Caracas, Venezuela.

Schargel, R. 2007. Geomorfología y suelos. Pág. 21. En: Duno de Stefano, R., Aymard, G., Huber, O. (Eds.). Catálogo anotado e ilustrado de la Flora Vasculare de los Llanos de Venezuela. Primera edición. Fundación para la Defensa de la Naturaleza, Fundación Empresas Polar y Fundación Instituto Botánico de Venezuela "Dr. Tobías Lasser". Caracas, Venezuela.

Seijas, A. E. 1988. Habitat use by the american crocodile and the spectacled caiman coexisting along the Venezuelan coastal region. Tesis de Maestría. Universidad de Florida. Florida, Estados Unidos.

Seijas, A. E. 2000. El caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en el Sistema del Río Cojedes, Venezuela: ecología y estado poblacional. Trabajo de ascenso. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora". Guanare, Venezuela.

Seijas, A. E. 1996. Coexistencia de caimanes y babas en la región costera venezolana. Págs. 217-253. En: Pefaur, J. E. (Ed). Herpetología Neotropical. Actas del II Congreso Latinoamericano de Herpetología. II Volumen. Universidad de los Andes. Consejo de Publicaciones, CDCHT. Mérida. Venezuela

Seijas, A. E. 1998. The Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes River System, Venezuela: population status and ecological characteristics. Tesis de Ph. D. University of Florida, Gainesville, U.S.A.

Seijas, A. E. 2003. Programa de conservación del cocodrilo del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) ¿en la ruta de la recuperación? Págs. 38-46. En: Polanco-Ochoa, R. (Ed.). Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica Selección de Trabajos V Congreso Internacional. CITES, Fundación Natura. Bogotá, Colombia.

Seijas, A. E. 2007. Tendencias de las poblaciones del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela: Balance de las investigaciones de los últimos 30 años. *Biollania*. **8**: 11-21.

Seijas, A. E., Chávez, C. 2000. Population status of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in the Cojedes river system, Venezuela. *Biol. Conserv.* **94**: 353-361.

Seijas, A. E., Llobet, A., Jiménez, M., Mendoza, J. M., Garavito, F., Teran, Y. 2002. Estado de las poblaciones del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Venezuela. pp: 7-15. En: Velasco, A., Colomine, G., Villarroel, G. and Quero, M. (Eds.) Memorias del Taller para la Conservación del Caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en Colombia y Venezuela. Caracas.

Seijas, A. E., Antelo, R., Thorbjarnarson, J. B., Ardila Robayo, M. C. 2010. Orinoco Crocodile, *Crocodylus intermedius*. Pág. 59-65. En: Manolis, S. C., Stevenson, C. (Eds.). Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Tercera Edición. Crocodile Specialist Group.

Siegel, S. 1995. Estadística no paramétrica: aplicada a las ciencias de la conducta. Cuarta Edición. Editorial Trillas. México, D. F.

Thorbjarnarson, J. B. 1988. Status, ecology, and conservation of the Orinoco crocodile. Informe interno. FUDENA. Caracas, Venezuela.

Thorbjarnarson, J. 1992. Crocodiles: An action plan for their conservation. H. Messel, F. W. King, J. P. Ross (Eds.). IUCN/SSC Crocodile Specialist Group. Suiza.

Thorbjarnarson, J., Hernandez, G. 1992. Recent Investigations of the Status and Distribution of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. *Biol. Conserv.* **62**: 179-188.

Thorbjarnarson, J., Hernandez, G. 1993. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. I. Nesting ecology and egg and clutch relationships. *J. Herpetol.* **27(4)**: 363-370.

Thorbjarnarson, J., Hernandez, G. 1993. Reproductive ecology of the Orinoco crocodile (*Crocodylus intermedius*) in Venezuela. II. Reproductive and social behavior. *J. Herpetol.* **27(4)**: 371-379.

Velasco, A. 1999. Reintroduction program of the Orinoco crocodile in Venezuela. *Re-Introduction News.* **17**: 24-25.

Velasco, A. 2003. Plan de acción para la conservación del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*). MARNR, Oficina Nacional de la Diversidad Biológica. Caracas, Venezuela.

Consultas en línea:

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III de la CITES. 2011.

www.cites.org/esp/app/index.shtml . Revisado el **08 de mayo de 2011**

ANEXOS

Anexo 1. Registro de Precipitación y Temperatura de dos estaciones climatológicas ubicadas en el estado Apure: estación San Fernando de Apure (ubicada a 10,6 km del sector La Macanilla) y Hato Urañón (ubicada a 33 km del sector La Macanilla). Datos tomados de la Propuesta de Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Parque Nacional Santos Luzardo (sin publicar).

ESTACIÓN	COORDENADAS		ELEMENTO CLIMÁTICO	PERÍODO	MESES												PROMEDIO ANUAL
	Latitud	Longitud			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
San Fernando de Apure	07° 53' 40"	67° 28' 11"	Precipitación (mm)	1921-1984	0,9	3,4	12,4	71,4	169	251	286	281	170	120	45,1	8,1	1417,7
			Temperatura (°C)	1971-1984	26,6	27,5	28,7	28,6	27,2	26	25,8	26,2	26,8	27,2	26,8	27	27
Hato Urañón	06° 56'	67° 17'	Precipitación (mm)	1965-1989	0,8	6,1	11,6	88,8	212	343	394	347	231	157	67,9	7,8	1867
			Temperatura (°C)	1965-1986	27,3	28,2	29,2	28,8	27,4	26,5	26,3	26,6	27,1	27,5	27,7	27	27,5

Anexo 2. Coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*) de los inicios y finales de los transectos y las comunidades cercanas a los mismos, Datum WGS 84. Cada transecto inicia en su extremo oriental y finaliza en el occidental, como si el observador se estuviese desplazando aguas arriba (en contra de la corriente del río).

Descripción	Norte	Este
SECTOR PIEDRA AZUL		
Inicio de la sección P1	654148	776160
Fin de la sección P1	643674	777220
Inicio de la sección P2	643250	777258
Fin de la sección P2	632289	777065
Inicio de la sección P3	632388	776731
Fin de la sección P3	627568	768246
SECTOR NAURE		
Inicio de la sección N1	594440	768270
Fin de la sección N1	582789	769293
Inicio de la sección N2	581324	769692
Fin de la sección N2	572321	775107
Inicio de la sección N3	572345	775153
Fin de la sección N3	566124	776465
SECTOR LAS CAMPANAS		
Inicio de la sección C1	546684	770376
Fin de la sección C1	538770	766376
Inicio de la sección C2	538722	766364
Fin de la sección C2	532199	764648
COMUNIDADES		
La Macanilla	658484	776910
Piedra Azul	642504	776723
El Betún	629386	769263
Naure	582037	768426
San Luis	563745	776015
San José	559341	776078
Las Campanas	538792	766296
Los Manguitos	532246	764402

Anexo 3. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de caimán del Orinoco (*C. intermedius*) en los sectores Piedra Azul, El Naure y Las Campanas del río Capanaparo durante el año 2011.

	W	p
Enero	0,876	0,173
Junio	0,928	0,496
Octubre	0,942	0,632

Anexo 4. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de caimán del Orinoco (*C. intermedius*) en los tres sectores del río Capanaparo durante el año 2011.

	Enero	Junio	Octubre
Piedra Azul	W= 1,00 p= 1,00	W = 0,820 p = 0,162	W = 0,848 p = 0,235
El Naure	W = 0,967 p = 0,652	W = 0,998 p = 0,906	W = 0,986 p = 0,775
Las Campanas*	W = --- p = ---	W = --- p = ---	W = --- p = ---

* El número de muestras tomadas en este sector es muy bajo para poder realizar el análisis (n = 2).

Anexo 5. Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de babas (*C. crocodilus*) durante enero, junio y octubre a lo largo del río Capanaparo durante el año 2011.

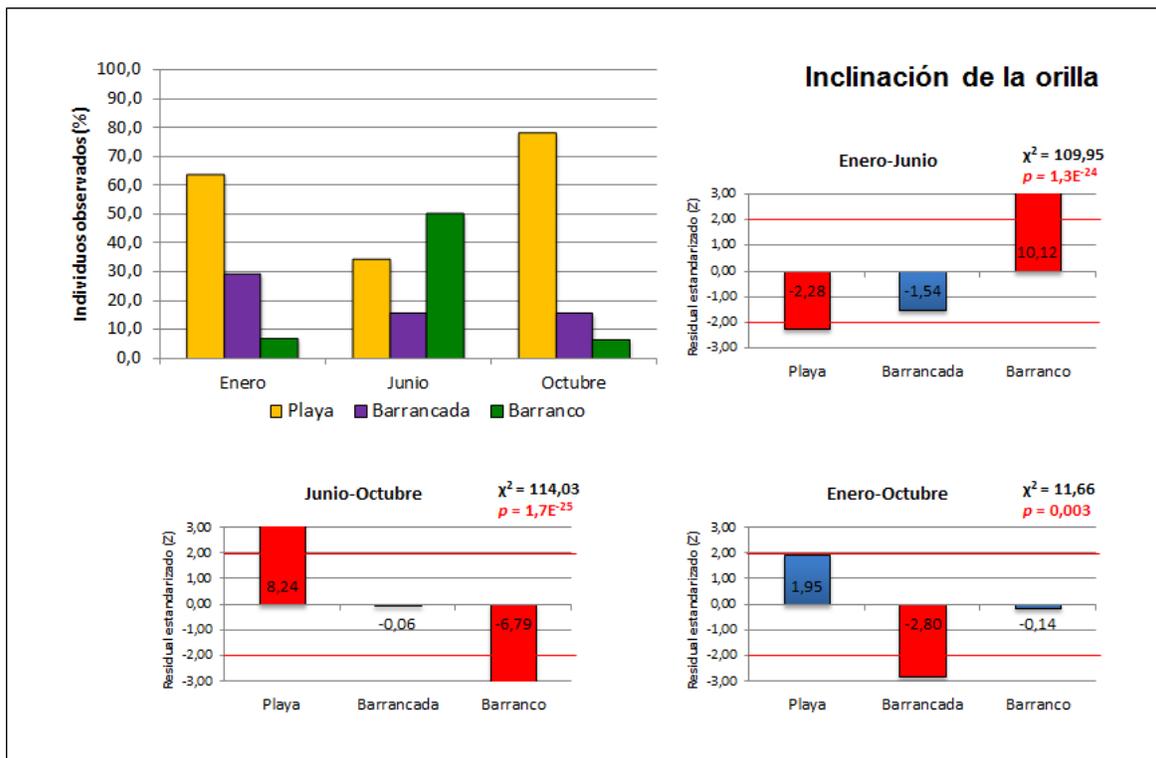
	W	p
Enero	0,813	0,039
Junio	0,936	0,570
Octubre	0,927	0,489

Anexo 6 Resultados de la Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk sobre la abundancia relativa de babas (*C. crocodilus*) para el período de sequía y lluvia por cada sector del río Capanaparo durante el año 2011.

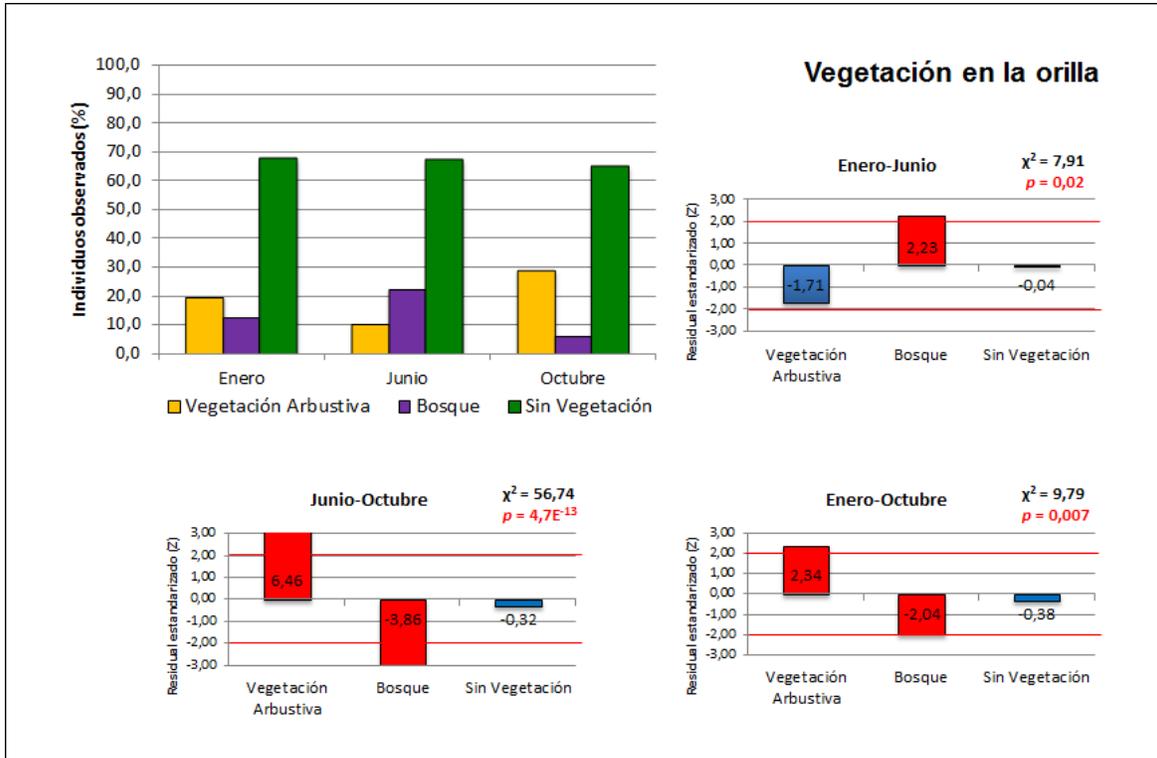
	Enero	Junio	Octubre
Piedra Azul	W= 0,973 $p = 0,682$	W = 0,999 $p = 0,988$	W = 0,867 $p = 0,287$
El Naure	W = 0,811 $p = 0,142$	W = 0,940 $p = 0,526$	W = 0,998 $p = 0,912$
Las Campanas*	W = --- $p = ---$	W = --- $p = ---$	W = --- $p = ---$

* El número de muestras tomadas en este sector es muy bajo para poder realizar el análisis (n = 2).

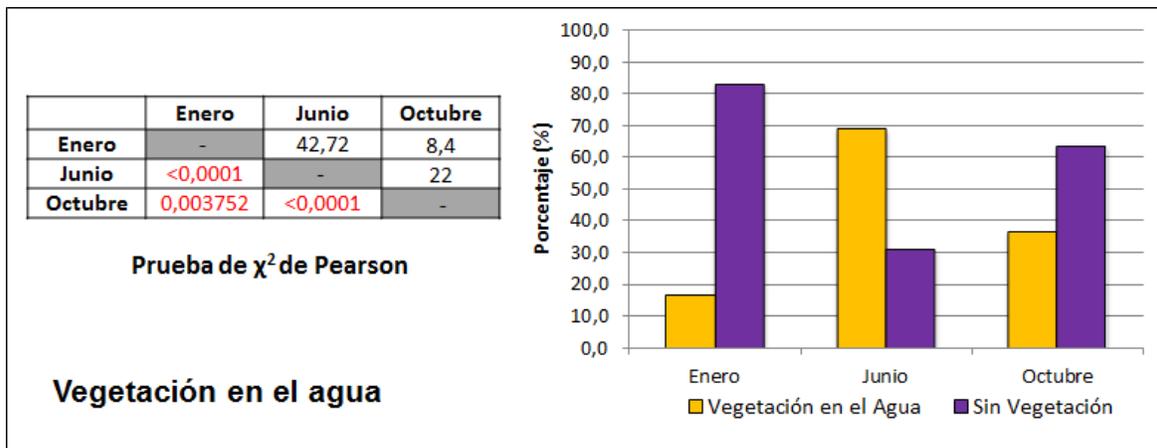
Anexo 7. Variación temporal de uso de hábitat de *C. intermedius* en el río Capanaparo.



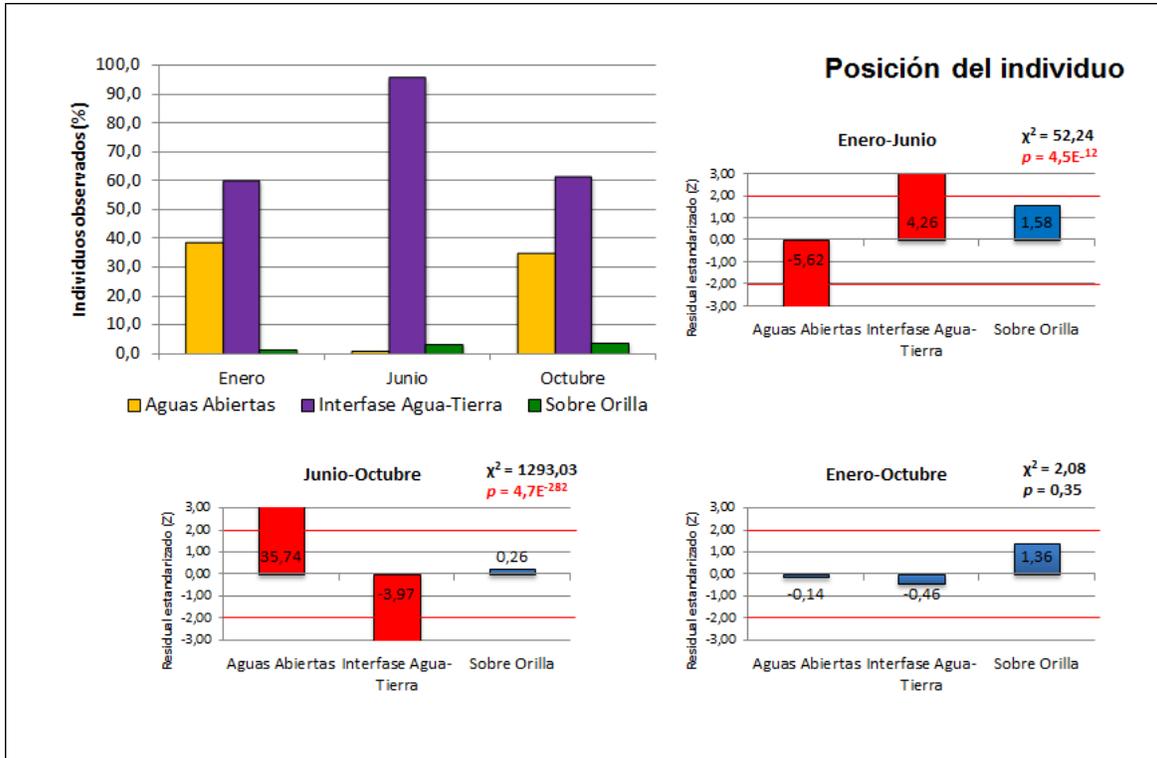
Anexo 7.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.



Anexo 7.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.

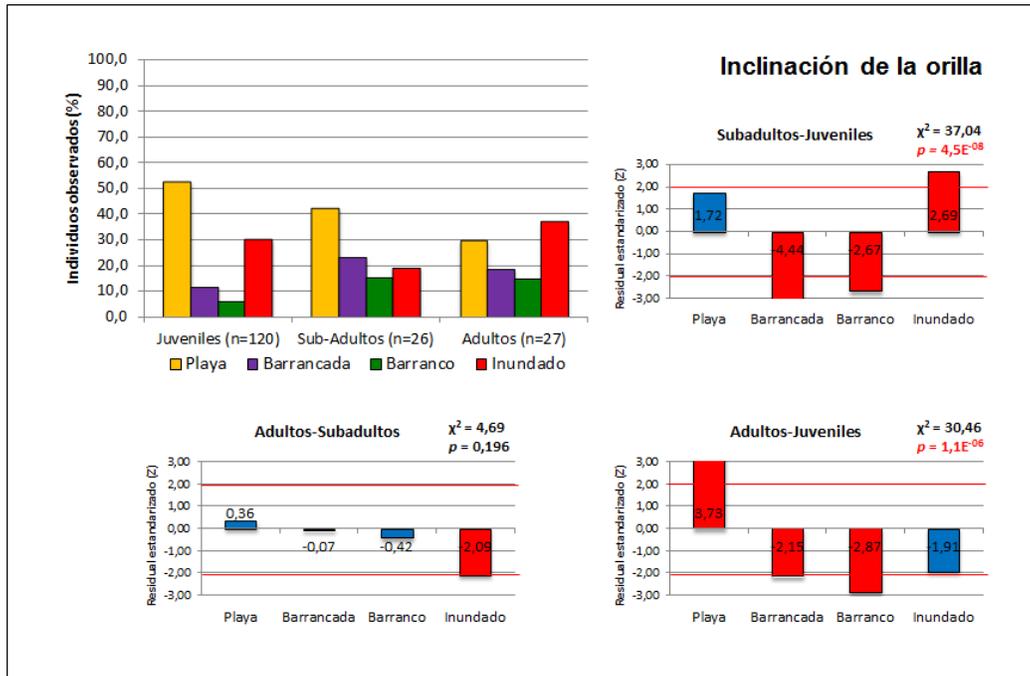


Anexo 7.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.

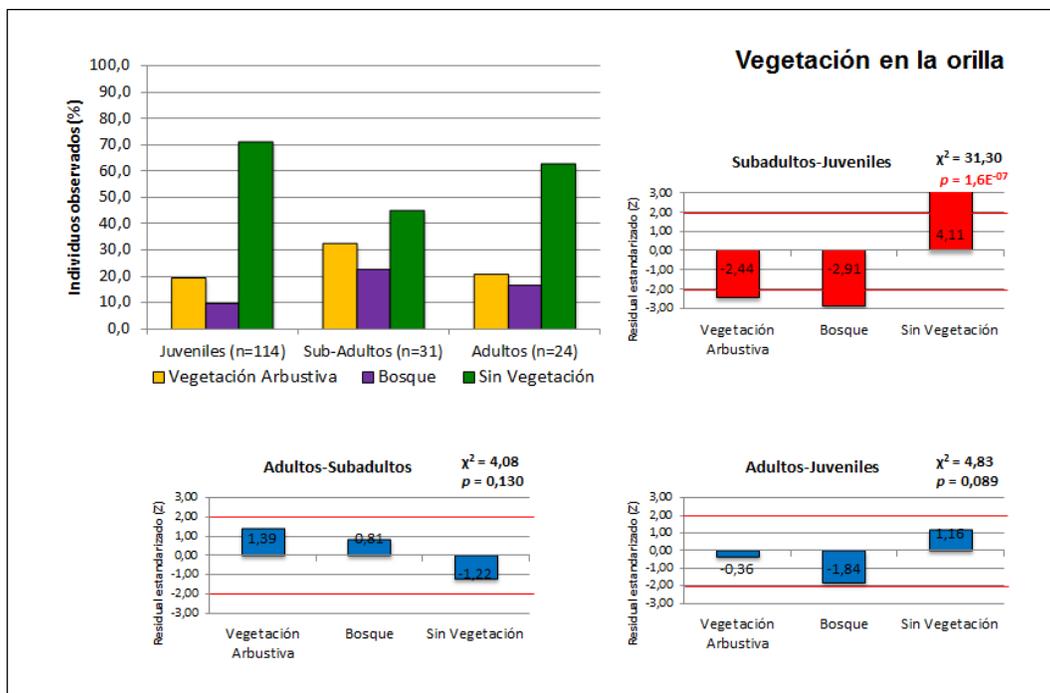


Anexo 7.4. Microhábitat: Posición del individuo.

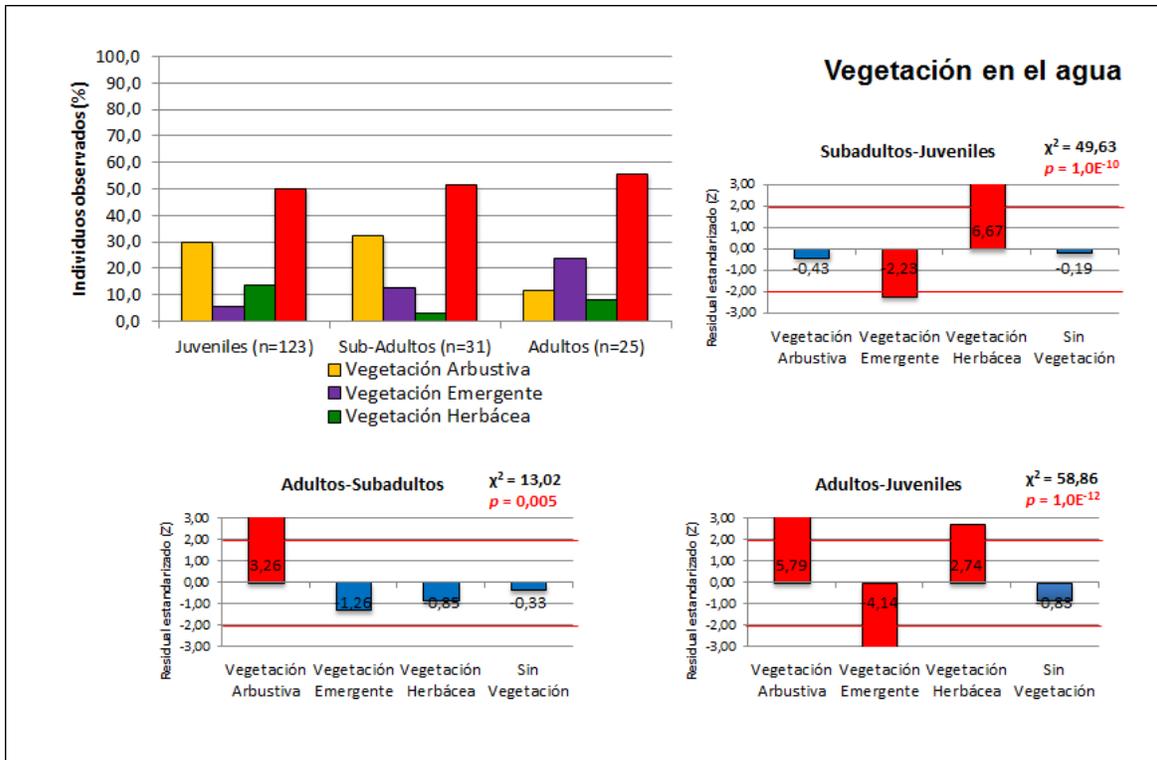
Anexo 8. Uso de hábitat de individuos juveniles, sub-adultos y adultos de *C. intermedius* en el río Capanaparo.



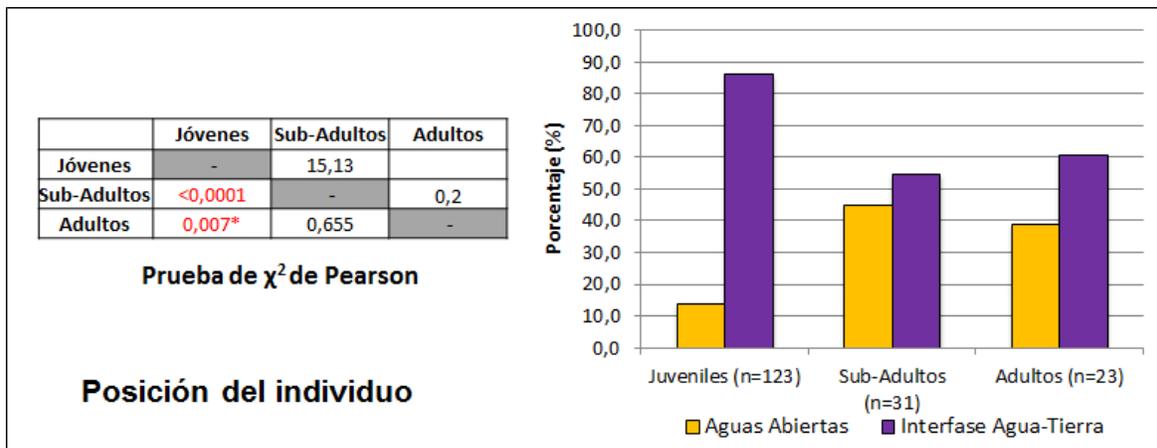
Anexo 8.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.



Anexo 8.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.

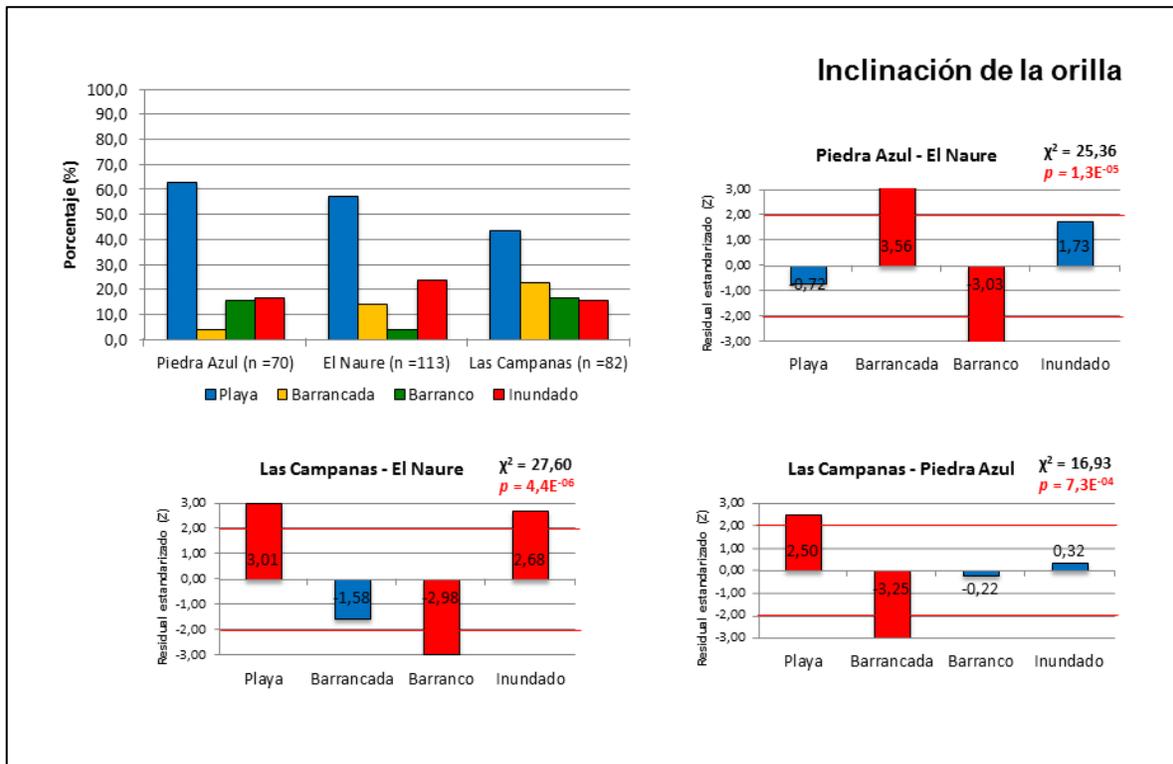


Anexo 8.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.

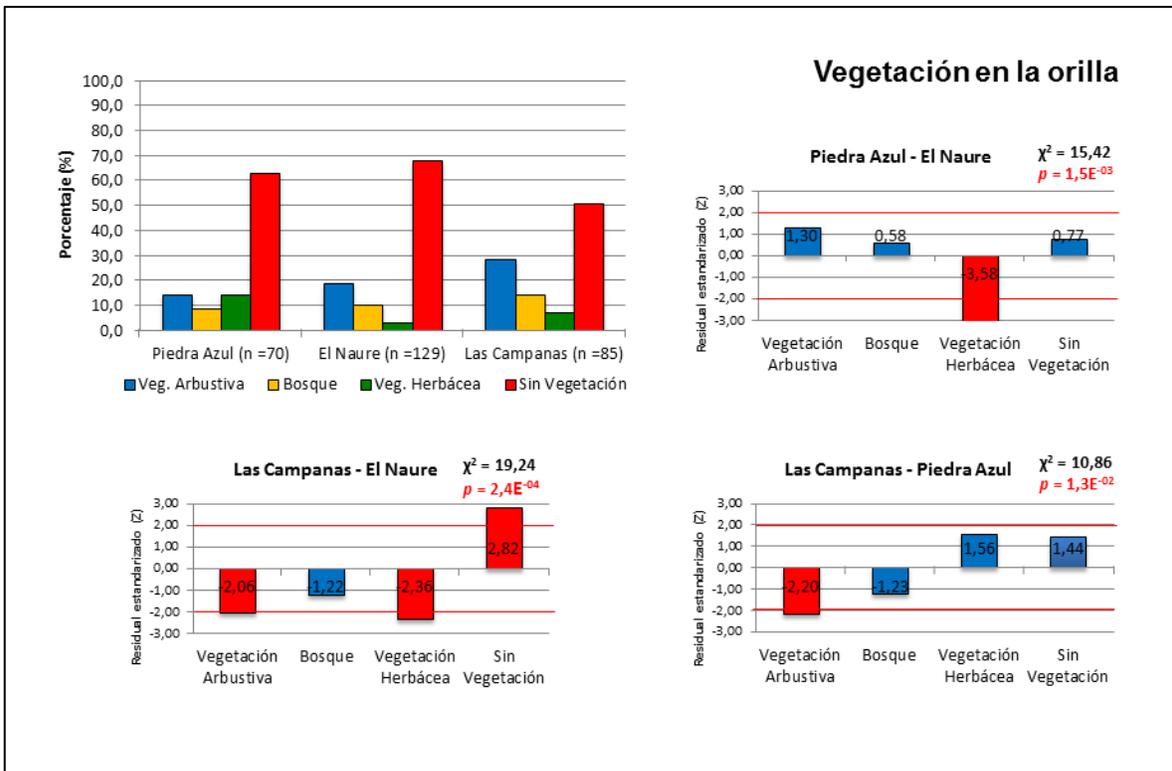


Anexo 8.4. Microhábitat: Posición del individuo.

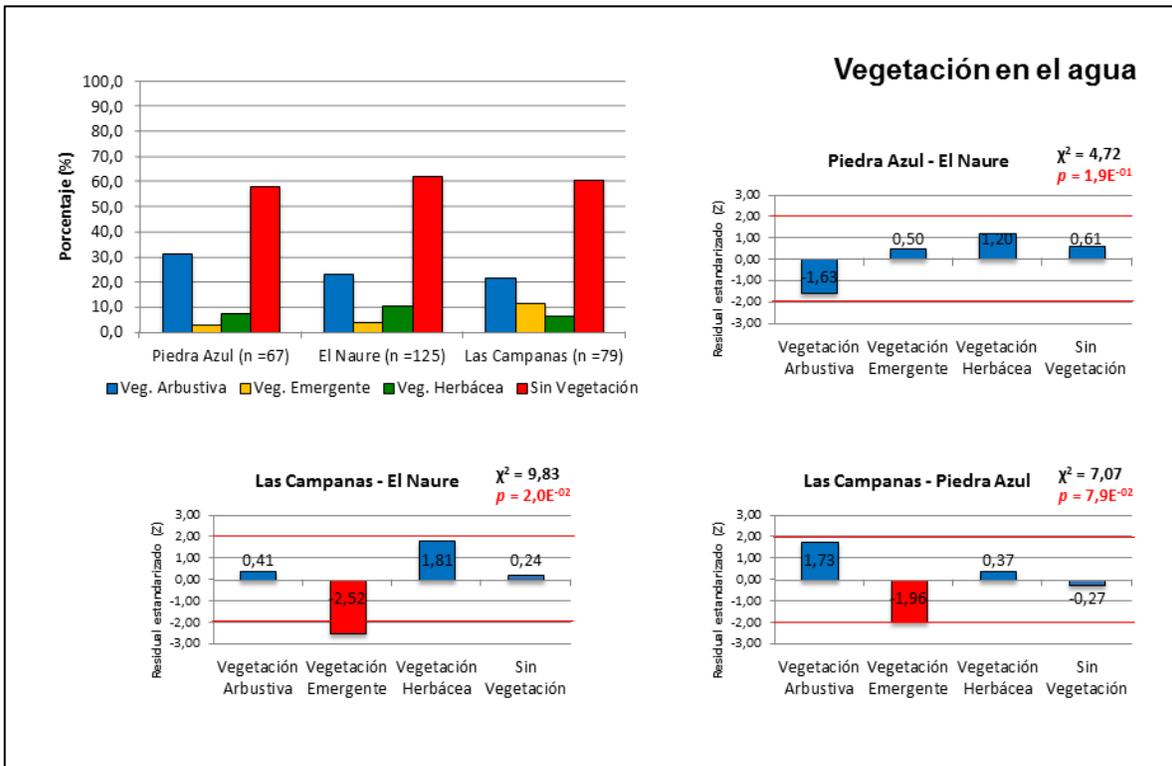
Anexo 9. Variación espacial de uso de hábitat de *C. intermedius* en el río Capanaparo.



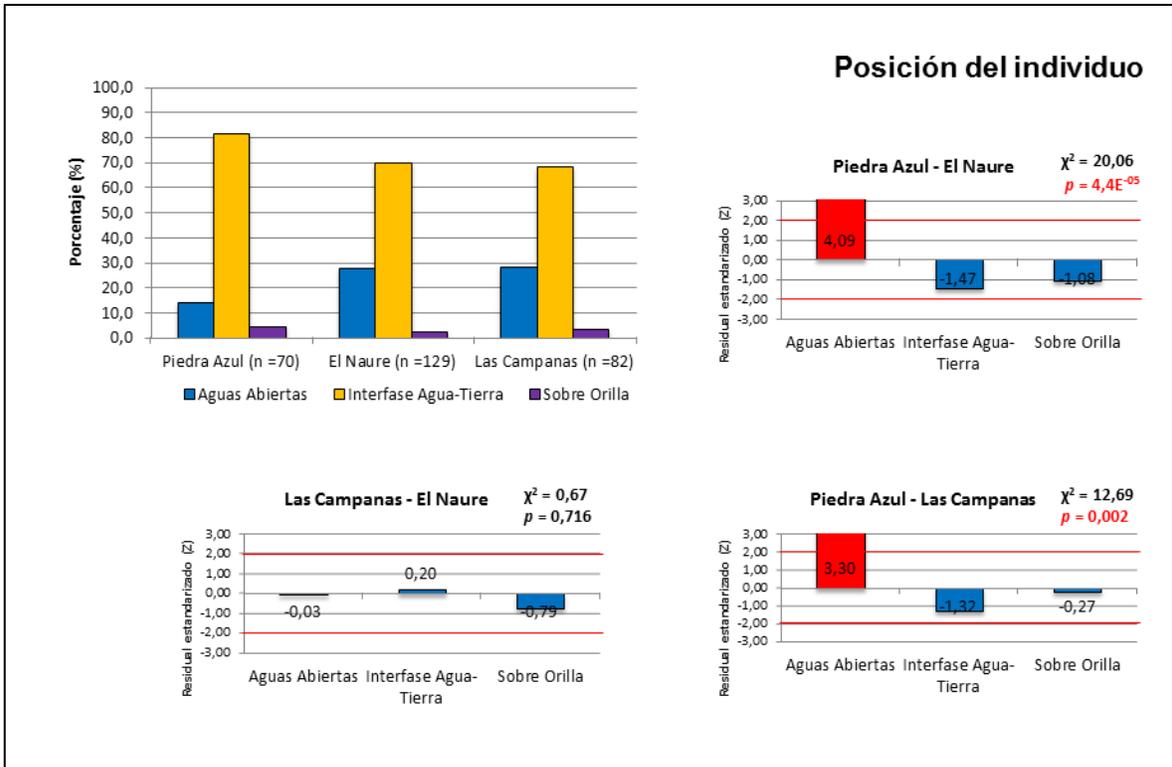
Anexo 9.1. Microhábitat: Inclinación de la orilla.



Anexo 9.2. Microhábitat: Vegetación sobre la orilla.



Anexo 9.3. Microhábitat: Vegetación en el agua.



Anexo 9.4. Microhábitat: Posición del individuo.