



**Distribución potencial de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) y áreas de posible conflicto con la pesca artesanal en la región del Urabá.**

Yuliana Calderón Montoya.

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ecóloga de Zonas Costeras.

Asesores

Felipe Andrés Toro Cardona, Magíster (MSc) en Ciencias.

Fernando José Parra Velandia, Doctor (PhD) en Ciencias.

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Ecología de Zonas Costeras  
Turbo, Antioquia, Colombia

2024

**Cita**

(Calderón Montoya et al., 2024)

**Referencia**

**Estilo APA 7 (2020)**

Calderón Montoya, Y., Toro Cardona, F. A., & Parra Velandia, F. J. (2024). *Distribución potencial de la nutria neotropical (Lontra longicaudis annectens) y áreas de posible conflicto con la pesca artesanal en la región del Urabá* [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Turbo, Colombia.



Biblioteca Sede Ciencias del Mar (Turbo)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

*Esto es para ti madre mía, con tu amor y tu apoyo pude lograr lo que siempre soñamos. A ti te debo todo*

*Para ti en el cielo, tío Agustín espero que estés orgulloso de todo lo que he logrado y de la mujer en que me he convertido.*

*Para mi yo del futuro que te sientas siempre orgullosa de ti, que nunca desista antes las adversidades y siempre recuerdes que puedes con todo lo que te propongas.*

## Agradecimientos

Agradezco prosudamente a Dios por guiarme y acompañarme en cada paso de mi vida y carrera. Sin su amor no hubiera logrado llegar hasta donde estoy hoy. Le doy gracias por bendecirme y por poner en mi camino a aquellas personas que han sido un soporte y una motivación para seguir creciendo. Todo se lo debo a Él.

A mi madre hermosa, mi Lucero gracias por ser mi faro y guiar siempre mi vida. Tu amor incondicional y tus consejos han guiado mis pasos. Me has enseñado con tu ejemplo que la perseverancia y la disciplina permiten alcanzar metas trazadas. Esto no hubiera sido posible sin ti. Te amo, eres mi todo.

A mis madrinas Daris y Marcela por su apoyo incondicional aun en la distancia. A mi Familia que siempre estuvo ahí creyendo en mis capacidades.

A mi amor, gracias mi vida por todo el apoyo y amor que me has brindado a lo largo de este proceso para alcanzar mis metas académicas.

A mí querida Alma Mater, gracias a esta prestigiosa institución por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y crecer como persona durante los años de estudio. Aquí he recibido conocimientos valiosos e inolvidables momentos de la mano de excelentes docentes que me han inspirado con su experiencia y sabiduría.

A mi asesor Felipe Toro Cardona, gracias por la orientación y el apoyo brindado en la investigación. Su disposición para compartir su valioso conocimiento enriqueció enormemente mi formación. Estaré siempre agradecida por su invaluable guía, fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A mi asesor y gran maestro Fernando J Parra Velandia, le agradezco inmensamente su invaluable labor durante mi investigación y carrera. Su extraordinario conocimiento y dedicación enriquecieron mi trabajo. Su pasión por la ciencia y búsqueda de la excelencia me inspiraron a continuar desarrollándome profesionalmente. Sus enseñanzas guiarán cada paso de mi vida profesional.

## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| Resumen .....   | 8  |
| Abstract .....  | 9  |
| 1. Introducción .....   | 10 |
| 2. Objetivos .....  | 15 |
| 2.1 Objetivo general .....  | 15 |
| 2.2 Objetivos específicos.....  | 15 |
| 3. Área de Estudio y Metodología.....   | 16 |
| <i>Datos de presencia de L. longicaudis annectens y área de calibración</i> .....               | 18 |
| <i>Variables ambientales</i> .....  | 19 |
| <i>Construcción, calibración y evaluación de modelos</i> .....                                  | 19 |
| <i>Análisis de la relación entre idoneidad de la nutria y riqueza de especies ícticas</i> ..... | 21 |
| 4. Resultados y Discusión .....   | 22 |
| <i>Datos de ocurrencia y área de calibración</i> .....  | 22 |
| <i>Selección de variables</i> .....   | 22 |
| <i>Construcción, calibración y evaluación de modelos</i> .....                                  | 23 |
| <i>Aporte de las variables al modelo</i> .....  | 24 |
| <i>Distribución potencial e idoneidad de L. longicaudis annectens</i> .....                     | 25 |
| <i>Validación del modelo</i> .....  | 27 |
| <i>Análisis de la relación entre idoneidad de la nutria y riqueza de especies ícticas</i> ..... | 28 |
| <i>Riqueza</i> .....  | 28 |
| <i>Correlación</i> .....  | 31 |
| 5. Conclusiones .....   | 36 |
| 6. Recomendaciones.....   | 37 |
| Referencias .....   | 38 |

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Variables ambientales utilizadas en el modelo (Domisch et al., 2015). .....                   | 19 |
| Tabla 2. Selección de conjuntos de variables (Domisch et al., 2015).....                               | 22 |
| Tabla 3. Estadísticas de rendimiento para modelos seleccionados según los criterios predefinidos ..... | 24 |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa área de estudio. Fuente: elaboración propia .....  | 17 |
| Figura 2. Área de calibración y registros de presencia para <i>L. longicaudis annectens</i> (GBIF ,2022) .....  | 18 |
| Figura 3. Evaluación de modelos candidatos. Tasas de omisión y valores de AICc de todos los modelos candidatos (circulo gris), modelos no estadísticamente significativos (círculo rojo), modelos seleccionados (triangulo azul). .....   | 23 |
| Figura 4. Aporte de las variables al modelo seleccionado. La estacionalidad de la temperatura el carbono orgánico explica el 92% de los modelos .....   | 24 |
| Figura 5. Curva de respuesta para las variables que más contribuyeron al modelo M_0.5_F_lpq_set_1. (A), y (B) carbono orgánico. Las líneas rojas indican el promedio y la zona sombreada en azul la desviación estándar de la curva entre réplicas. ....  | 25 |
| Figura 6. Resultados del consenso entre modelos. Idoneidad ambiental obtenida a partir de modelo de nicho ecológico (A) y distribución potencial (B) de <i>L. longicaudis annectens</i> . ....  | 26 |
| Figura 7. Registros indirectos de nutria. (A) Madriguera utilizada por la nutria. (B) Huella. (C) Heces. Caño de los Lisos- Reserva Natural Suriki (Turbo). ....  | 27 |
| Figura 8. A). Puntos donde se reportó la presencia en Urabá de cada una de las especies de peces que la bibliografía reporta como consumidas por la nutria. B) Riqueza de especies de peces consumidas por <i>L. longicaudis annectens</i> para la Región de Urabá .....  | 29 |
| Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes de idoneidad ambiental de la nutria a la que se asocian algunas especies de peces consumidas por la nutria para la región de Urabá de carácter comercial. La línea gruesa que cruza la caja representa la mediana de los datos podría reflejar la tendencia de las especies a concentrarse en áreas con valores altos o bajos de idoneidad para la nutria y los bigotes representan la concentración de las especies en áreas con valores altos o bajos de idoneidad para la nutria. .... | 30 |

## Resumen

La pesca artesanal es una actividad económica vital en el norte de Colombia, especialmente desde el Golfo de Urabá hasta la Guajira, con comunidades pesqueras destacadas en Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes. La nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*), una especie semiacuática y piscívora, es un depredador superior en las redes tróficas y podría competir con los humanos en la pesca artesanal. Este estudio determina la distribución geográfica potencial de la nutria en Urabá y las áreas de posible conflicto con la pesca artesanal mediante un modelo de nicho ecológico utilizando el algoritmo MaxEnt y el paquete kuenm para CRAN R. Se obtuvieron registros de presencia de GBIF, se delimitó un área de calibración y se seleccionaron variables ambientales de EarthEnv (Domisch et al., 2015). Las variables más influyentes fueron la estacionalidad de la temperatura y el carbono orgánico; la longitud del flujo tuvo un aporte bajo. El modelo identificó las áreas más idóneas para la nutria en los ríos Atrato, Suriquí, Mulatos y San Juan, y las ciénagas de Marriaga, Ungía, Tumaradó y Marimonda. Se encontró baja idoneidad en el curso del río León y la costa de Acandí y Unguía. La riqueza de especies de peces fue mayor en el complejo de ciénagas de Tumaradó, Marriaga y el Roto, con áreas adyacentes a Apartadó mostrando cuatro especies. La correlación entre la riqueza de peces y la idoneidad del hábitat para la nutria fue 0.54, sugiriendo que una mayor idoneidad coincide con una mayor diversidad de peces, lo que puede generar conflictos entre nutrias y pescadores. La baja idoneidad en el curso bajo del río León sugiere un deterioro debido a actividades humanas.

*Palabras clave:* Idoneidad, distribución potencial, pesca artesanal, *Lontra longicaudis annectens*.

## Abstract

Artisanal fishing is a vital economic activity in northern Colombia, especially from the Gulf of Urabá to La Guajira, with notable fishing communities in Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá, and Arboletes. The neotropical otter (*Lontra longicaudis annectens*), a semi-aquatic and piscivorous species, is a top predator in the trophic networks and could compete with humans in artisanal fishing. This study determines the potential geographical distribution of the otter in Urabá and the areas of possible conflict with artisanal fishing using an ecological niche model with the MaxEnt algorithm and the kuenm package for CRAN R. Presence records from GBIF were obtained, a calibration area was delineated, and environmental variables from EarthEnv (Domisch et al., 2015) were selected. The most influential variables were temperature seasonality and organic carbon; flow length had a low contribution. The model identified the most suitable areas for the otter in the Atrato, Suriquí, Mulatos, and San Juan rivers, and the Marriaga, Ungía, Tumaradó, and Marimonda wetlands. Low suitability was found in the course of the León River and the coast of Acandí and Unguía. Fish species richness was higher in the Tumaradó, Marriaga, and Roto wetland complexes, with adjacent areas to Apartadó showing four species. The correlation between fish richness and habitat suitability for the otter was 0.54, suggesting that higher suitability coincides with greater fish diversity, which may create conflicts between otters and fishermen. The low suitability in the lower course of the León River suggests deterioration due to human activities.

*Keywords:* suitability, potential distribution, artisanal fishing, *Lontra longicaudis annectens*

## 1. Introducción

La pesca es una actividad primaria dominante en la mayoría de los países costeros y ribereños, los recursos pesqueros constituyen un elemento importante en la economía mundial, regional y local de las sociedades rurales (García et al., 2018). Entre 1967 y 2017 el consumo per cápita de pescado aumentó en promedio en todo el mundo de 9 k a 20,3 kg anuales por persona. Esto sugiere que la pesca es una actividad económica importante, que aporta proteína animal y que la demanda de recursos pesqueros está creciendo a medida que la población mundial aumenta y las economías se desarrollan. Estas actividades proveen acceso relativamente barato a proteínas que en 2017 representaron los 17% de la ingesta de proteína animal consumidas en el planeta. Por lo tanto, los recursos pesqueros son un elemento invaluable e irremplazable en muchas zonas rurales que viven y dependen de esta actividad para su subsistencia (Cook et al., 2022; FAO, 2020).

Colombia posee una gran cantidad de recursos hídricos con una alta diversidad de peces, algunos de ellos con alto valor comercial (Mojica et al., 2012). En el país existen aproximadamente 150.000 pescadores artesanales de aguas continentales y marítimas (AUNAP, 2020) que dependen de dicha actividad para la obtención de sus alimentos e ingresos y es una de las actividades que aporta a la seguridad alimentaria del país (Puentes et al., 2014; FAO, 2016; Moreno, 2018). De las especies de mamíferos acuáticos reportadas en el Caribe, 22 de ellas utilizan los ecosistemas fluviales de Colombia (Arcila et al., 2013) y desarrollan allí actividades de reproducción, descanso y alimentación. Sin embargo, se ven afectadas por actividades antropogénicas como agricultura, ganadería, explotación maderera, caza dirigida y mortalidad incidental por redes de pesca. Estos factores causan un efecto deletéreo sobre las poblaciones, provocando daños que resultan en la disminución del éxito reproductivo con el riesgo concomitante de la disminución de las poblaciones (Ávila, 2018).

La pesca artesanal es una de las actividades económicas dominantes en la parte norte de Colombia, desde del Golfo de Urabá hasta la Guajira (AUNAP, 2021; Esquivel et al., 2014). En el Golfo de Urabá las comunidades más grandes de pescadores se ubican en los municipios de Acandí, Turbo, Necoclí, San Juan de Urabá y Arboletes; estas comunidades se enfocan principalmente en peces marinos, camarón y alguna incidencia en peces de agua dulces en esta actividad están involucrados 279 unidades pesqueras con 565 pescadores que en 2022

desembarcaron más de \$2.302.561.200 en valor de pesca (AUNAP, 2022). Sin embargo, la pesca artesanal en esta zona del país presenta diferentes problemáticas dentro de las que se destacan la reducción de los volúmenes de captura, debido a factores ambientales como la contaminación acuática (contaminantes derivados de la agricultura y la minería) y la sobrepesca cuando los pescadores ejercen su actividad en zonas de reproducción y desarrollo de peces (Correa et al., 2016).

Las actividades pesqueras generan un impacto sobre la biodiversidad degradado las poblaciones de peces objetivo, cambiando el tamaño y estructura de dichas poblaciones e influyendo en otras especies enlazadas dentro de la cadena alimentaria, lo que reduce su productividad (Pineda et al., 2013). Adicionalmente, el uso de algunos equipos y prácticas de pesca (palangres, redes arrastre, redes de tiro) que no atrapan exclusivamente la especie objetivo, perjudican o matan involuntariamente a especies no objetivo.

Si bien existen normativas pesqueras (Ley 13 de 1990) que busca evitar la captura incidental de mamíferos, aún existe el riesgo de capturas incidentales de especies de mamíferos acuáticos y semiacuáticos como el Lobito de Río (nutria neotropical, *Lontra longicaudis*) reportado para Colombia y clasificado en estado de conservación “Vulnerable” (Lasso y Morales, 2017; Pineda et al., 2013; Raby et al., 2011; Quintinela et al., 2012). Persiste la amenaza, los pescadores han informado que no cuentan con capacitaciones y no hay regulaciones por parte de la autoridad pesquera (AUNAP, 2020).

La nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) es un mamífero semiacuático, perteneciente al orden Carnívora, familia Mustelidae, subfamilia Lutrinae. Su distribución es la más amplia del género *Lontra*, y se encuentra desde el norte de México, pasando por América Central hasta Uruguay y norte de Argentina (Larivière, 1999; GBIF, 2022). En las aguas continentales ocupa una gran variedad de hábitats particularmente frágiles como humedales, quebradas y bosques ribereños, donde se han identificado diversas amenazas como procesos industriales, extracciones mineras, actividades agropecuarias, construcción y operación de infraestructura y contaminación de recursos acuáticos, que afectan su permanencia. Estas actividades sumadas a la sobrepesca han disminuido la calidad de los hábitats y la oferta de presas para *Lontra longicaudis* (Rheingantz et al., 2017), afectando su distribución y amenazando su ocurrencia.

A lo largo del rango geográfico de *Lontra longicaudis* se han propuesto tres subespecies descritas a partir de caracteres morfológicos como la variación del hueso rinario (cornetes), la

forma del cráneo (reducción de la forma del neurocráneo) y la mandíbula (cambio en la altura del proceso coronoides) (Hernández et al., 2015): *Lontra longicaudis annectens* en México hasta el este de Colombia y Ecuador, *Lontra longicaudis enudris* en la región Amazónica, desde el este de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, hasta el noroeste de Bolivia y noreste de Brasil y *Lontra longicaudis longicaudis*, distribuida desde el sur de Brasil, Paraguay y Uruguay hasta el norte de Argentina (Hernández-Romero et al., 2018).

Esta especie es considerado piscívora y depredadora oportunista de orden superior en las redes tróficas. Se considera un depredador oportunista, ya que se alimenta principalmente de peces, pero también consume una variedad de presas alternativas, como crustáceos, anfibios, mamíferos, aves e insectos. Este comportamiento alimentario oportunista permite a la nutria adaptar su dieta en función de la disponibilidad de diferentes presas en su entorno. (Rheingantz et al., 2017; Botero-Botero et al., 2019;). Por sus hábitos alimentarios puede ser vista como competidora potencial de los humanos en actividades como la acuicultura y la pesca artesanal (de Castro et al., 2014). Esta competencia ha llevado a considerar la nutria como un factor negativo en el desarrollo de las actividades pesqueras de las poblaciones humanas. Estos conflictos han sido reportados en diferentes regiones del mundo (p.e. Václavíková et al. 2011; Barbieri et al. 2012; de Castro et al., 2014; Akpona et al. 2015; Trujillo et al. 2015), llegando a la misma conclusión de que las nutrias interactúan negativamente con sus actividades de pesca, y que suelen alimentarse de los peces capturados en las redes de enmalle y dañar los equipos de pesca.

Mariaca (2018) en Colombia describió las interacciones que existen entre la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y los pescadores de cuatro comunidades indígenas en la Estrella Fluvial del Inírida, Guainía. Determinó que el 63% de los pescadores en las cuatro comunidades indicaron que la presencia de la nutria gigante está directamente relacionada con la disminución de la oferta trófica. Así, el incremento en el número de individuos que se avistan implica que los mismos necesitan consumir más peces, además que la sola presencia de estos mamíferos en las zonas de pesca ahuyenta a los peces que típicamente se encuentran en dichos cuerpos de agua.

En la región de Urabá no existen estudios en ambientes fluviales sobre el Lobito de Rio, adicionalmente, la pérdida de hábitats adecuados en el área hace prioritaria la realización de estudios sobre sus patrones de distribución geográfica y ecológica como insumo para el monitoreo de las poblaciones reportadas allí (GBIF, 2022). Esta información es necesaria para proponer programas de conservación que garanticen la supervivencia de esta especie y de los

servicios ambientales que proveen (Neira, 2021); adicionalmente es importante determinar cuáles son los factores que pueden limitar la población y la distribución de las nutrias en la región de Urabá (contaminación de las cuencas hidrográficas, sobrepesca, deforestación). Conocer la distribución de los organismos que ocupan las mismas áreas y consumen los mismos recursos, nos permite identificar donde estos pueden tener competencia potencial.

Para entender el contexto espacial del posible conflicto entre la pesca artesanal y la biodiversidad acuática se pueden implementar modelos de nicho ecológico (Castillo, 2011). Los modelos de nicho ecológico pueden ayudar a identificar áreas de alta idoneidad para las especies, que, al asociarse con áreas de importancia para la producción pesquera, permitiría identificar sitios de conflicto potencial entre los consumidores de recursos. Esto facilitaría la toma de decisiones para promover la coexistencia entre la pesca artesanal y la protección de la biodiversidad (Précoma de la Mora, 2015) antes de que los conflictos ocurran.

La implementación de modelos correlativos basados en condiciones ambientales (modelos de nicho ecológico) para predecir la distribución geográfica de especies, es una tendencia actual en Biología de la Conservación y Ecología pues estos modelos permiten realizar aproximaciones a la distribución de especies poco conocidas en localidades no estudiadas (Mateo et al., 2011). Los modelos de nicho ecológico son un conjunto de herramientas que permiten responder a preguntas a través de algoritmos correlativos que relacionan observaciones de biodiversidad (registros de presencia) con variables topográficas, de uso del suelo y ambientales (Mota et al., 2019). Para realizar un modelo de nicho ecológico se integran y relacionan datos de presencia de las especies (vectoriales) con datos ambientales (raster), esto permite posicionar a los organismos en un espacio ambiental mediante mapas de distribución potencial. La idoneidad ambiental se modela con el algoritmo MaxEnt (máxima entropía), con el que se pretende detectar cuáles son las preferencias ambientales que tiene una especie a partir de la información ambiental de los puntos donde se ha colectado o de donde se tienen registros de alta calidad de su presencia. Esta idoneidad se califica con valores de cero a uno, donde cero representa ninguna idoneidad y uno representa un área completamente idónea (Escalante, 2021).

El uso del modelado del nicho ecológico se ha establecido como la estrategia más apropiada para estimar la distribución geográfica y potencial de las especies. Dicha técnica se ha empleado de manera creciente en la toma de decisiones relacionadas con la protección de la biodiversidad, la recuperación de ecosistemas y la gestión de la contaminación ambiental. (Ibarra

et al., 2012; Guisan y Thuiller, 2005). El modelado ha sido muy útil para estudios en sistemas terrestres y ha sido muy poco utilizado en sistemas acuáticos debido a la dificultad en la obtención de datos de presencia y la variabilidad ambiental que tienen los ecosistemas acuáticos (Acharya et al., 2023). Sin embargo, cuando se han utilizado, han demostrado ser una herramienta adecuada para la evaluación de la distribución espacial de las especies acuáticas (p.e. Rodríguez et al., 2021; Ibarra et al., 2012).

Entre los algoritmos más utilizados y reconocidos esta Maxent (Phillips et al., 2006), usado para modelar la distribución de especies de diferentes taxa, en varios lugares del mundo (de la Flor & Romero 2015), y ha demostrado ser efectivo en la predicción de la distribución potencial de especies (Ray et al., 2018). Maxent utiliza un enfoque basado en la máxima entropía (maximizando la uniformidad geográfica) para encontrar el modelo que mejor ajuste los datos de presencia de las especies y las variables ambientales (Phillips et al., 2017).

Dada la falta de información ecológica sobre El Lobito de Río (*L. longicaudis annectens*) y sobre sus interacciones con las comunidades pesqueras a lo largo de su distribución en la Región de Urabá, el presente trabajo tiene como objetivos: (1) Modelar la distribución potencial de la especie *Lontra longicaudis annectens* en la región de Urabá. (2) Identificar las variables ambientales que más contribuyen para la presencia de la especie *Lontra longicaudis annectens*. (3) Comparar la distribución predicha de la nutria con las áreas de pesca artesanal para detectar potenciales zonas geográficas de conflicto. Se espera que la distribución potencial de la nutria presente mayor idoneidad en áreas coincidentes con las zonas de pesca más productivas.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Determinar la distribución potencial de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis annectens*) e identificación de áreas de posibles conflictos con la pesca artesanal.

### 2.2 Objetivos específicos

- Identificar las variables ambientales que más contribuyen para la presencia de la especie *Lontra longicaudis annectens*.
- Comparar la distribución predicha de la nutria con las áreas de pesca artesanal para detectar potenciales zonas geográficas de conflicto.

### 3. Área de Estudio y Metodología

La región de Urabá se encuentra localizada al noroccidente del departamento de Antioquia (Colombia), entre las coordenadas 7°17' y 8°53' N y 76°10' y 77°27' O y tiene una extensión de 11.664 km<sup>2</sup>. Por su ubicación geográfica se encuentra en el área de influencia de la Zona de Convergencia Intertropical por lo que el clima es seco entre finales de diciembre hasta mediados de abril debido a la influencia de los vientos Alisios del Norte y Noreste que soplan desde el Mar Caribe. Entre mayo y noviembre, el clima es húmedo debido a los vientos provenientes del Pacífico (Chorro del Choco) que entran por el sur y sudoeste desde las cuencas hidrográficas de los ríos León y Atrato. En la región, los vientos pueden alcanzar velocidades de 7 m/s. En el periodo lluvioso la precipitación alcanza los 250 mm/mes, y durante el periodo seco alcanza los 100 mm/mes, la precipitación anual promedio es de 2.500 mm. La humedad relativa está marcada por la masa oceánica y permanece casi invariable durante el año con valores medios mensuales que fluctúan entre 80% (febrero) y 86% (noviembre). La temperatura media fluctúa entre 26 a 30 °C, siendo máxima desde marzo hasta junio y mínima en febrero, agosto y octubre (Marín, 2001; INVEMAR, 2003; García-Valencia, 2007; Duran & Dazza, 2019).

La zona tiene en promedio una altitud de 25 m y su geomorfología se compone por los valles bajos de los ríos León y Atrato y las estribaciones de las Serranías de Abibe al oriente y el Darién al occidente. Posee una gran riqueza de ecosistemas como litorales rocosos, arrecifes, praderas de pastos, estuarios, y humedales de importancia local y global que se han convertido en áreas recreativas y zonas de pesquería. Los bosques en la región representan el 3,7% del área. La vegetación arbórea con alturas entre 6 y 12 m se agrupa en dos tipos de bosque: seco tropical al nororiente y tropical húmedo a muy húmedo hacia el sur y suroccidente, con variada densidad y estado de conservación. (Marín, 2001; INVEMAR, 2003; García-Valencia, 2007; Duran & Dazza, 2019). (Figura 1).

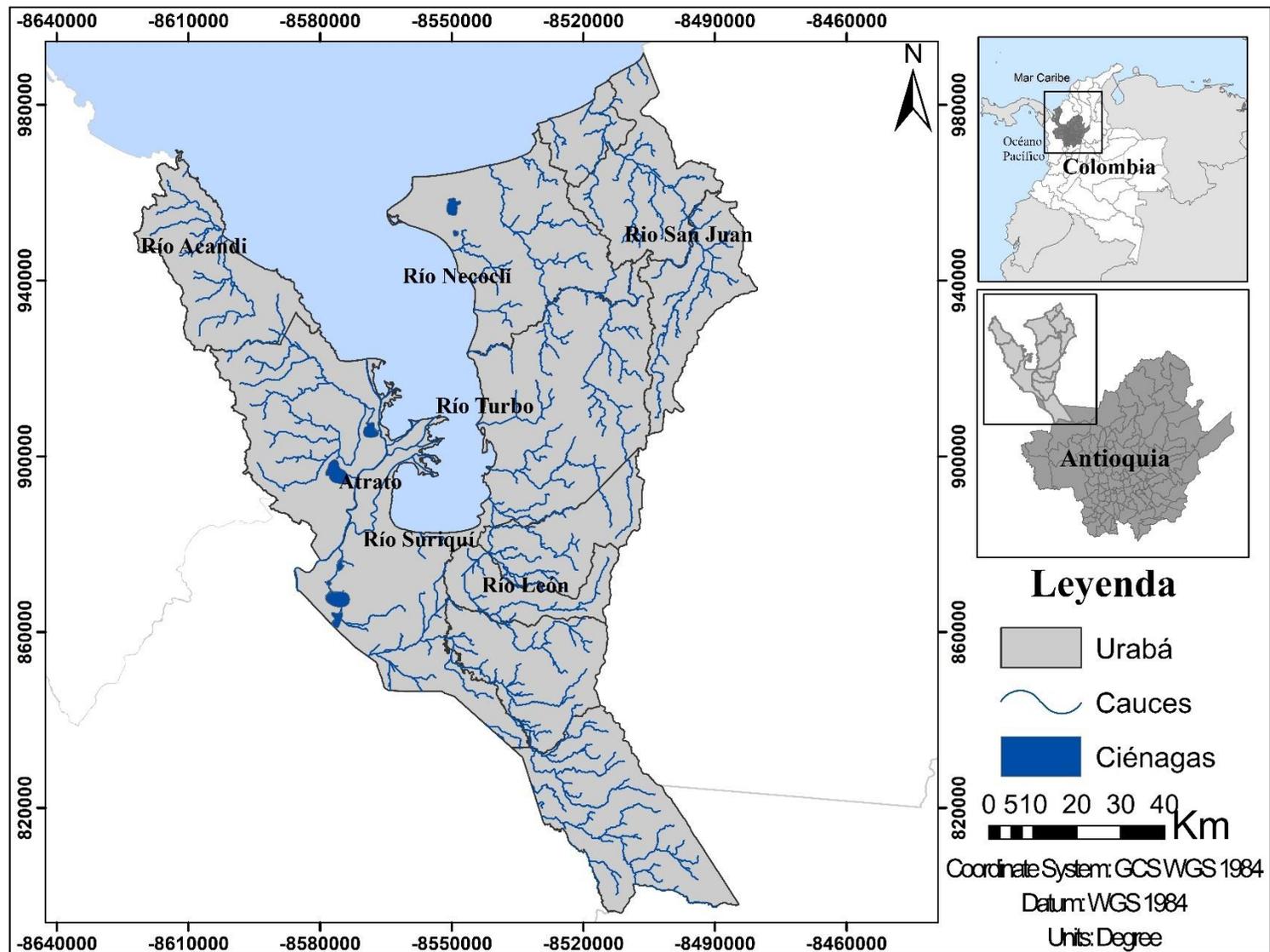


Figura 1. Mapa área de estudio. Fuente: elaboración propia

### ***Datos de presencia de L. longicaudis annectens y área de calibración***

Los datos de presencia de *L. longicaudis annectens* se obtuvieron de la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2023). Los registros recuperados se procesaron en la hoja de cálculo Excel® e inicialmente se eliminaron los registros duplicados y aquellos correspondientes a individuos de zoológicos. Posteriormente, mediante un SIG se eliminaron los registros fuera de las masas continentales. Por otro lado, se eliminaron los datos cuyas coordenadas presentaran una incertidumbre mayor a 30 km para eliminar potenciales errores en las coordenadas, con base en lo sugerido por Cobos et al., (2018). Seguidamente, usando los datos anteriores se utilizó el software R (R Core Team, 2023) y la librería Wallace (Kass et al., 2022) para realizar un filtro espacial de los datos a 12 km, tomando como referencia el promedio de la distancia máxima que se desplazan machos y hembras de la especie según Trinca et al., (2013).

Luego, del sitio HydroSheds (Lehner y Grill, 2013) se obtuvo la capa de polígonos con los límites de las subcuencas de nivel 3 (incluidos lagos) de América del Norte y Sudamérica. A continuación, usando ArcMap® se delimitó el área para la calibración y evaluación de los

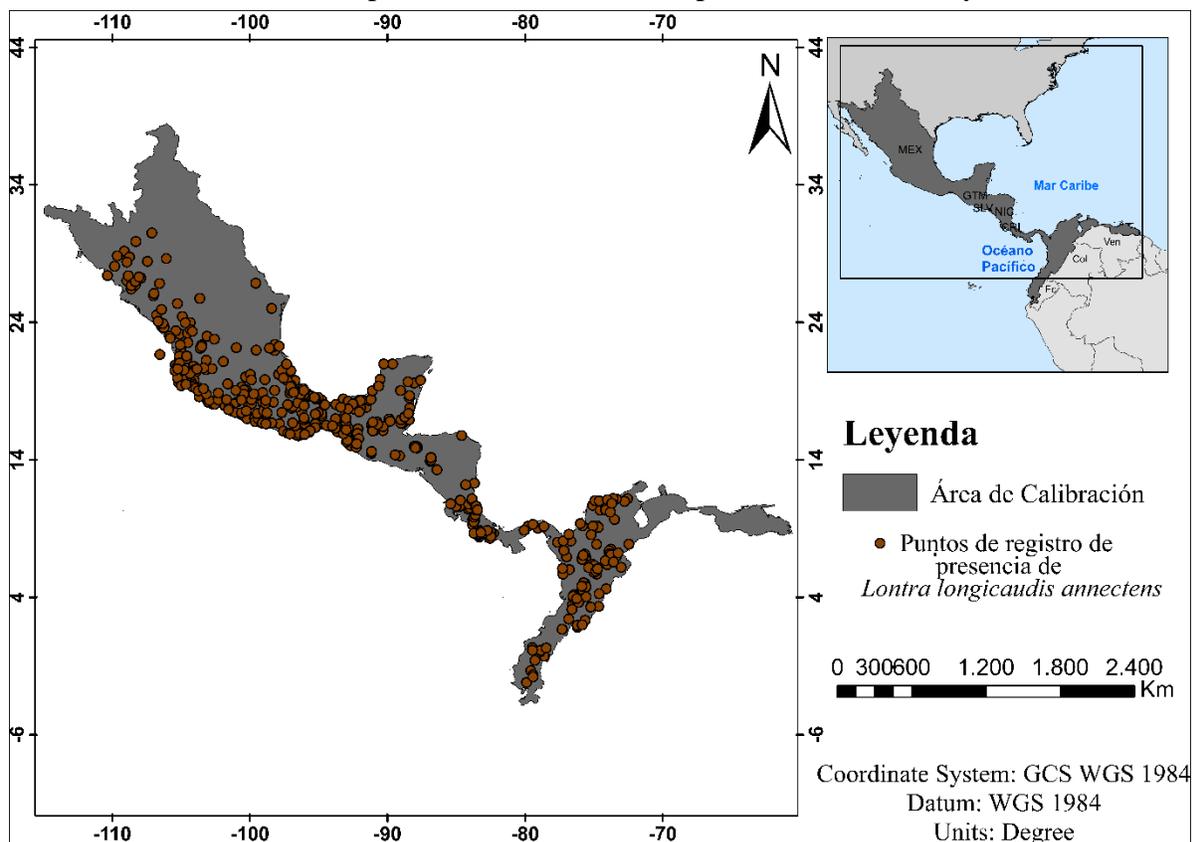


Figura 2. Área de calibración y registros de presencia para *L. longicaudis annectens* (GBIF, 2022)

modelos utilizando como referencia el trabajo de Hernández-Romero et al., (2018). (Figura 2).

### ***Variables ambientales***

Las variables ambientales se obtuvieron del sitio EarthEnv (Domisch et al., 2015), cuyo conjunto de datos consta de variables globales, continuas espacialmente y específicas para ecosistemas de agua con 1 km de resolución. Estas variables consideran propiedades del suelo, clima, topografía y cobertura terrestre (Tabla 1). Posteriormente se utilizó la librería raster (Hijmans R, 2023) implementada en R para recortar las capas de variables al área de calibración y finalmente se utilizó la función `kuenm_toclosest` de la librería `kuenm` (Cobos et al., 2019) para ajustar la posición de los registros de presencia al límite de los píxeles. Se realizó una selección previa de algunas variables que podrían ser importantes para la especie basada en su ecología (Mosquera et al., 2018). Para construir el conjunto de variables que se utilizarían en la calibración del modelo, se realizó en R (R Core Team, 2023) una correlación espacial Pearson de las diez variables predictoras en el área de calibración, se descartaron aquellas que tuvieron valores de correlación inferiores a 0,8.

Tabla 1. Variables ambientales utilizadas en el modelo (Domisch et al., 2015).

| <b>Código</b>       | <b>Variable Ambiental</b>                                    |
|---------------------|--|
| Bio 1               | Temperatura media anual (°C)                                 |
| Bio 4               | Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar ×100)  |
| Bio 7               | Rango anual de temperatura                                   |
| Bio 12              | Precipitación anual (mm)                                     |
| Bio 13              | Precipitación del mes más lluvioso (mm)                      |
| Bio 14              | Precipitación del mes más seco (mm)                          |
| Suelo               | Carbono orgánico del suelo a lo largo de la subcuenca (g/kg) |
| Topografía          | Longitud de la corriente (recuento de celdas de cuadrícula)  |
| Topografía          | Acumulación del flujo (recuento de celdas de cuadrícula)     |
| Cobertura terrestre | Árboles Mixtos, promedio en la subcuenca (%)                 |

### ***Construcción, calibración y evaluación de modelos***

Para la construcción de los modelos de nicho usando el algoritmo MaxEnt se utilizó la librería `kuenm` en R (Phillips et al., 2006; Cobos et al., 2019). Para esto, primero se separaron aleatoriamente los puntos de presencia en dos conjuntos de datos. El primer conjunto,

conteniendo el 80% de datos, se usó para el entrenamiento del modelo, mientras que el segundo, con 20% de los datos restantes, se usó para la prueba de este.

La librería *kuenm* a diferencia de otras librerías, permite probar múltiples parámetros a través de la generación de modelos candidatos y su evaluación. En la generación de modelos candidatos se hicieron tres consideraciones para encontrar aquel que mejor explicara los datos, evitando el sobreajuste y asegurando una adecuada capacidad predictiva: 1) los conjuntos de variables (predictores) para explicar la presencia de la especie; 2) evaluación de multiplicadores de regularización, los cuales influyen en la predicción geográfica; y 3) evaluación de los tipos de respuesta, los cuales reflejan la forma en que la especie responde a cada variable según el modelo (l=lineal, q=cuadrática, p= producto). Las combinaciones de estos tres parámetros son evaluadas por *kuenm*, seleccionando las parametrizaciones más adecuadas considerando criterios estadísticos y biológicos.

Para la evaluación de los modelos se utilizaron los criterios de tasas de omisión, (OR) que indican qué tan buenos son los modelos al predecir con los datos de prueba. Para esto se usó un umbral del 5%, para obtener un modelo que clasificara correctamente la mayoría de los registros de prueba. El área bajo la Curva (AUCratio) se evaluó a partir de un ROC (característica operativa del receptor) parcial, que mide la significancia estadística de los modelos. Finalmente, se evaluó la complejidad del modelo considerando que un modelo es menos favorable mientras mayor sea su complejidad (Regla de Occam), que se evaluó con el Criterio de Información de Akaike corregido para pequeños tamaños de muestra (AICc).

Después de seleccionar las configuraciones que generan los mejores modelos, se generaron los modelos finales mediante un bootstrap de 10 réplicas. Utilizando la función *kuenm\_modstats*, se calcularon capas ráster que contuvieran estadísticas descriptivas de todas las réplicas del modelo. Se determinó la mediana de las réplicas y luego, utilizando ArcMap®, se realizó una reclasificación del ráster aplicando un umbral de 0.4 para generar el mapa de presencia-ausencia. El umbral de 0.4 se calculó a partir del percentil 10 de los datos de entrenamiento, (el percentil 10 hace referencia al valor por debajo del cual se encuentra el 10% de los datos con los valores más bajos). Este umbral permite establecer un valor de corte, de modo que si la probabilidad predicha es mayor o igual a 0.4, se considera presencia de la especie, y si es menor a 0.4, se considera ausencia.

### ***Análisis de la relación entre idoneidad de la nutria y riqueza de especies ícticas***

Los datos de las especies de peces desembarcados en Urabá fueron obtenidos a partir de la base de datos de pesca artesanal de la región de Urabá (SEPEC). Esta base fue filtrada para obtener el nombre de las especies presentes en cada sitio de desembarco, luego las especies se clasificaron en tres categorías: marinas, dulceacuícolas y transicionales. En el análisis solo se consideraron las especies dulceacuícolas.

La selección de las especies ícticas dulceacuícolas que forman parte de la dieta de la nutria se realizó a partir de una revisión exhaustiva de la literatura científica (Ker de Andrae, 1997; Nidasio & Gonzáles, 2009; Restrepo & Botero-Botero, 2012; Pinillosa et al., 2018; De Pinho et al., 2018; Botero-Botero et al., 2019; Robles, 2021). La mayoría de los autores reportaron que las especies preferidas por la nutria, y que se encuentran en la región de Urabá, son: *Ageneiosus pardalis*, *Caquetaia kraussii*, *Centropomus undecimalis*, *Hoplias malabaricus*, *Oreochromis niloticus*, *Megaleporinus muyscorum* y *Prochilodus magdalenae*. Aunque es claro que no son las únicas especies consumidas por la nutria en el área, usamos este listado como base referenciada para hacer el análisis. A continuación, se obtuvieron los reportes de presencia de estas especies a partir de la base de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2023).

Usando el programa estadístico R (R Core Team, 2023) y las librerías `dplyr`, `sp`, `terra`, `sf` y `raster` (Hijmans, 2023; Pebesma & Bivand, 2005; Pebesma, 2018; Wickham et al., 2023) se realizó el análisis de riqueza de peces para la región de Urabá. Los registros obtenidos de GBIF se referenciaron para la región y luego usando una celda de 12000m de lado; se calculó la riqueza de especies para cada celda, este resultado se rasterizó y se obtuvo un raster de riqueza.

Usando las georreferencias de los registros GBIF y el mapa de idoneidad para la nutria, desde cada punto reportado en GBIF se calculó una zona buffer con la que seleccionaron las idoneidades que estaban dentro de 1km de distancia, con estos puntos se construyó un boxplot de idoneidad de hábitat para cada especie de pez. Para este punto se utilizó el programa PAST 4.12b (Hammer & Harper, 2001) a continuación se realizó una correlación de Pearson se realizó entre la riqueza y la idoneidad de la nutria utilizando el programa R (R Core Team, 2023).

## 4. Resultados y Discusión

### *Datos de ocurrencia y área de calibración*

A partir de la base de datos de GBIF se obtuvo un total de 1980 registros de presencia de *L. longicaudis annectens*. Sin embargo, tras la limpieza y depuración de los datos se conservaron 450 registros de presencia en el área de calibración los cuales fueron usados para generar el modelo de nicho. Del total de registros obtenidos para la especie, 90 son reportados para Colombia, y tres corresponden a la región de Urabá.

### *Selección de variables*

Se obtuvieron tres conjuntos de predictores ambientales con correlación menor al 80%, los cuales fueron probados para generar los modelos candidatos. En todos los conjuntos se tuvieron las variables bosque mixto, carbono orgánico y temperatura media anual. En el primer conjunto adicionalmente, incluyeron variables que describen parcialmente características hidrológicas. El segundo conjunto describe parcialmente las condiciones de la época más húmeda y el tercer conjunto describe parcialmente las condiciones bajo las cuales se pueden formar humedales (Tabla 3).

Tabla 2. Selección de conjuntos de variables (Domisch et al., 2015)

| <b>Conjunto 1</b>                | <b>Conjunto 2</b>                       | <b>Conjunto 3</b>                  |
|----------------------------------|---|------------------------------------|
| Bosque mixto                     | Bosque mixto                            | Bosque mixto                       |
| Carbono orgánico                 | Carbono orgánico                        | Carbono orgánico                   |
| Temperatura media anual          | Temperatura media anual                 | Temperatura media anual            |
| Estacionalidad de la temperatura | Rango anual de temperatura              | Acumulación del flujo              |
| Longitud de la corriente         | Precipitación del mes más lluvioso (mm) | Precipitación del mes más lluvioso |
| Precipitación anual              |   |                                    |
| Precipitación del mes más seco   |   |                                    |

### ***Construcción, calibración y evaluación de modelos***

Se evaluaron 294 modelos candidatos, los cuales consideraron todas las posibles parametrizaciones obtenidas al combinar los 14 valores de multiplicadores de regularización, siete tipos de respuesta y tres conjuntos distintos de variables ambientales. 280 modelos fueron estadísticamente significativos, 176 modelos cumplieron con los criterios de tasa de omisión y tres cumplieron con los criterios AICc. Sin embargo, solo dos modelos cumplieron con los tres criterios de evaluación. Ambos modelos presentaron el mismo tipo de respuesta (lqp) y el mismo conjunto de variables (conjunto1), y solo presentaron una leve variación en el regularizador (flexibilidad del modelo) (Figura 3).

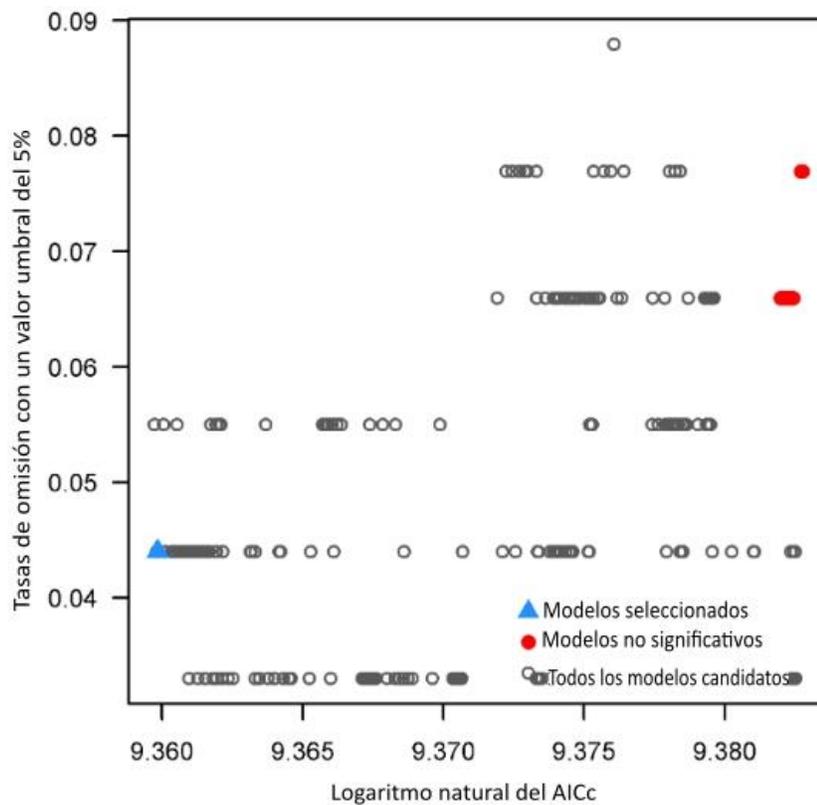


Figura 3. Evaluación de modelos candidatos. Tasas de omisión y valores de AICc de todos los modelos candidatos (círculo gris), modelos no estadísticamente significativos (círculo rojo), modelos seleccionados (triángulo azul).

Respecto a la evaluación, ambos modelos presentaron la misma tasa de omisión (0.044) y valores muy similares de significancia estadística lo que indica que el modelo es mejor que uno generado al azar ( $AUC > 1$ ; ambos modelos  $\sim 1.22$ ). Por otro lado, el logaritmo natural de AICc

mostró los modelos con menor complejidad que cumplieron con los dos criterios anteriores. Sin embargo, los modelos seleccionados presentan 11 y 12 parámetros, los que puede llevar a considerarlos como configuraciones con cierto grado de complejidad (Tabla 3).

Tabla 3. Estadísticas de rendimiento para modelos seleccionados según los criterios predefinidos

| <b>Modelo</b>     | <b>Relación AUC<br/>media</b> | <b>Tasa de omisión<br/>al 5%</b> | <b>AICc</b> | <b>N<br/>parámetros</b> |
|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| M_0.5_F_lpq_set_1 | 1.23                          | 0.044                            | 11612.24    | 12                      |
| M_0.6_F_lpq_set_1 | 1.22                          | 0.044                            | 11613.03    | 11                      |

***Aporte de las variables al modelo***

La estacionalidad de la temperatura fue la variable que más contribuyó (82%) al modelo seleccionado (M\_0.5\_F\_lpq\_set\_1), seguida por el carbono orgánico (9.5%), mientras que la longitud del flujo (distancia total que recorre un arroyo desde su origen hasta su desembocadura) tuvo el aporte más bajo (0.4 %) (Figura 4).

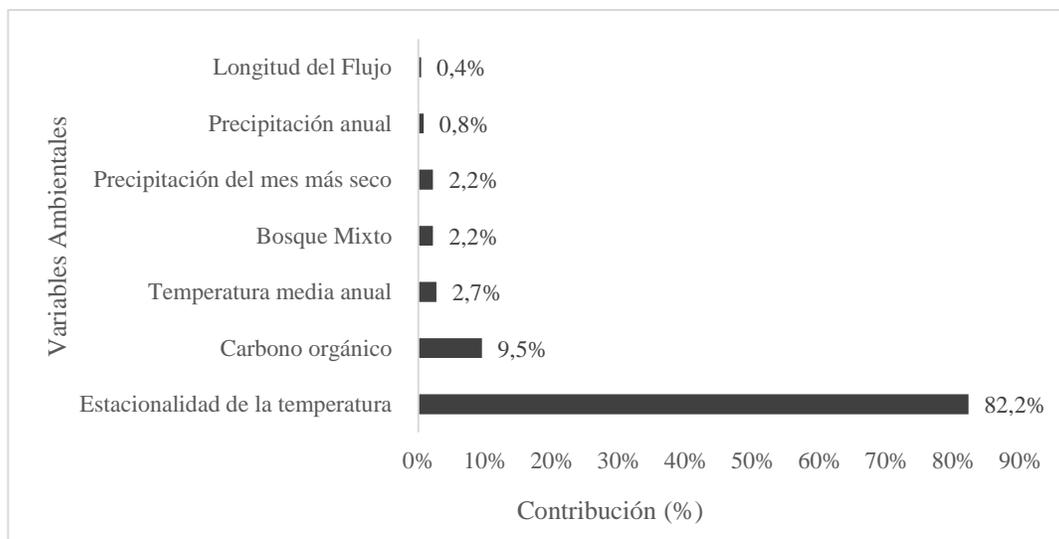


Figura 4. Aporte de las variables al modelo seleccionado. La estacionalidad de la temperatura el carbono orgánico explica el 92% de los modelos

Las curvas de respuesta, que representan como cambia la idoneidad en función de las variables de mayor contribución, muestran que la idoneidad para la nutria es máxima (~0.6) con valores de estacionalidad cercanos a 20°C (la estacionalidad de la temperatura se representa

como la desviación estándar  $\times 100$ ), disminuyendo rápidamente cuando las desviaciones de temperaturas son más altas. Esto sugiere que la nutria prefiere hábitats con poca variación de temperatura. La curva de carbono orgánico indica que la idoneidad aumenta a medida que aumenta el contenido de carbono orgánico del suelo, hasta un máximo ( $\sim 0.7$ ) alrededor de 250 g/Kg. Así, la nutria se beneficia de suelos con niveles materia orgánica intermedios (Figura 5).

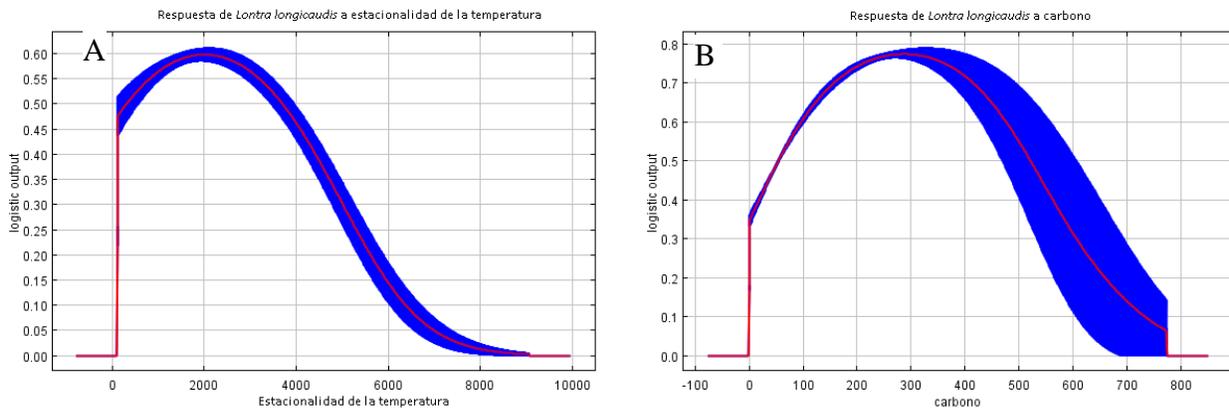


Figura 5. Curva de respuesta para las variables que más contribuyeron al modelo M\_0.5\_F\_lpq\_set\_1. (A), y (B) carbono orgánico. Las líneas rojas indican el promedio y la zona sombreada en azul la desviación estándar de la curva entre réplicas.

### ***Distribución potencial e idoneidad de L. longicaudis annectens***

Dado que se obtuvieron dos modelos que cumplieron con los criterios de selección, se estimó la mediana de la idoneidad de ambos modelos (cada uno con 10 réplicas), utilizando la función `kunem_modstat`. Luego, en ArcMap®, este raster fue recortado para la región de Urabá; sobre este recorte se hizo la reclasificación binaria obteniéndose así el mapa de distribución potencial que muestra las áreas adecuadas para la especie. El modelo de nicho obtenido incluye el cuerpo de agua del río Atrato en la región, el río Suriquí y las ciénagas de Marriaga, Ungía, Tumaradó y Marimonda como zonas de alta idoneidad. Por otro lado, muestra áreas poco adecuadas en la zona costera de Acandí y Unguía a pesar de que varios ríos que involucran la cuenca si lo son. Así mismo, ocurre en la ciénaga el Salado, Arboletes y en las bocas del Río Atrato (Leoncio, Matuntugo y Roto). Finalmente, La distribución potencial obtenida constituye el 75% de la red hídrica (entendida como el número de pixeles de cuerpos de agua presentes la región) como idóneo para la nutria (Figura 6).

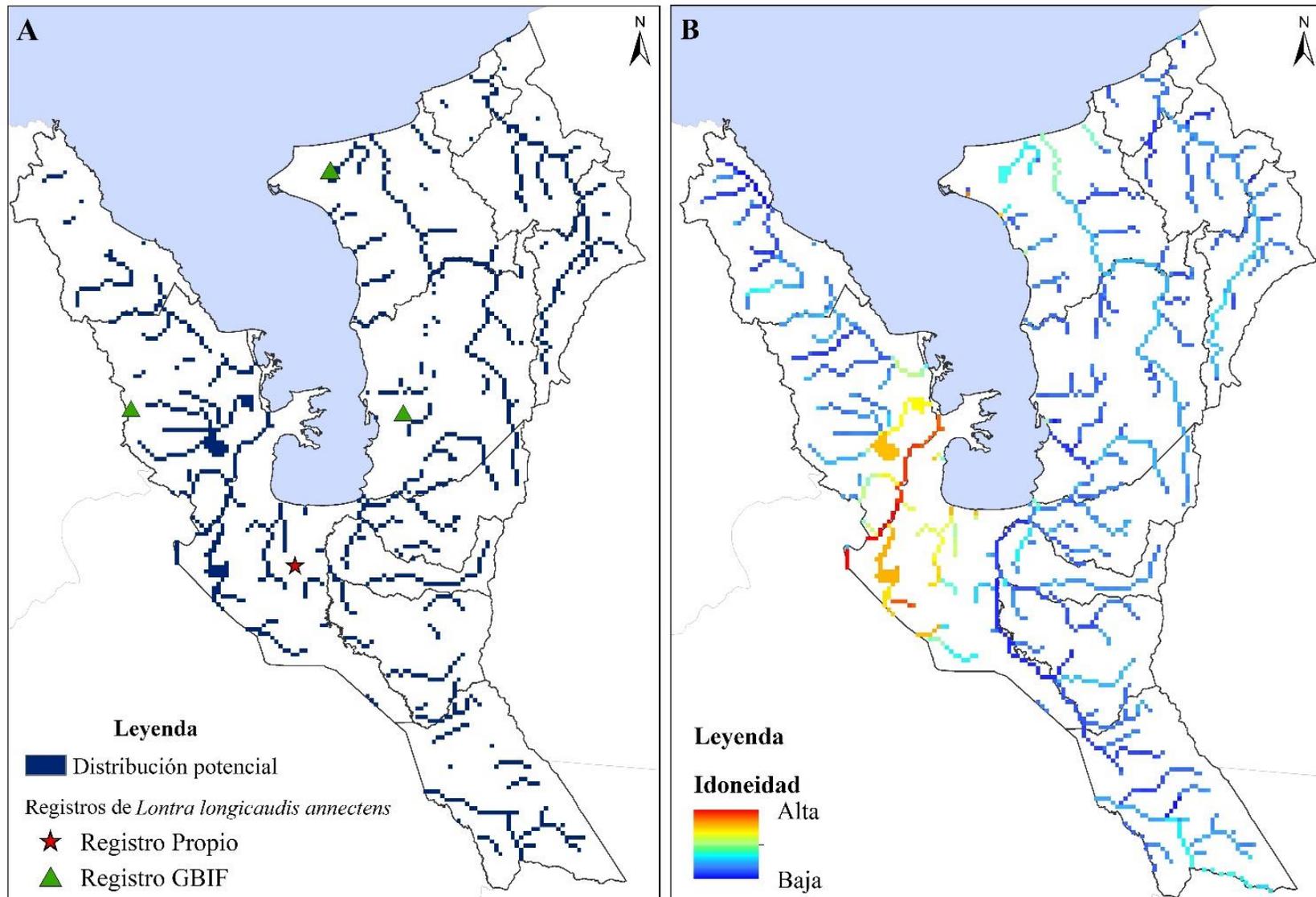


Figura 6. Resultados del consenso entre modelos. Idoneidad ambiental obtenida a partir de modelo de nicho ecológico (A) y distribución potencial (B) de *L. longicaudis annectens*

### ***Validación del modelo***

Durante una visita exploratoria a la Reserva Natural Suriki con el fin de validar el modelo de presencia de nutrias en la zona, se hallaron rastros de su existencia. Se identificaron madrigueras, huellas y excrementos, que evidenciaron su presencia en el área (Figura 7). Adicionalmente, se entrevistó a miembros de la comunidad aledaña indagando si habían visto u oído nutrias. La comunidad confirmó haber visto nutrias nadando y pescando en el río Suriki. Si bien estos hallazgos brindan cierto apoyo a la capacidad del modelo para predecir la distribución de las nutrias en el área de Urabá, sería prematuro considerar que un solo registro valida por completo el modelo. Es probable que se requieran observaciones adicionales y un análisis más profundo para respaldar plenamente la exactitud y confiabilidad de las predicciones del modelo en la región.

(A)



(B)



(C)



Figura 7. Registros indirectos de nutria. (A) Madriguera utilizada por la nutria. (B) Huella. (C) Heces.

Caño de los Lisos- Reserva Natural Suriki (Turbo).

---

### ***Análisis de la relación entre idoneidad de la nutria y riqueza de especies ícticas***

#### ***Riqueza***

La riqueza de especies de peces coincide parcialmente con áreas de alta idoneidad ambiental para la nutria en varias áreas del río Atrato. Así, se observa una mayor riqueza de especies de peces en el complejo de ciénagas de Tumaradó, Marriaga y Unguía, y en el área del Roto, así como en las bocas del Atrato y en el área cercana al municipio de Apartadó. Por otro lado, se encuentran zonas con menor riqueza de especies y menor idoneidad, como el Río Necoclí, la zona noroccidental del Golfo (Capurganá, Acandí), Río Turbo, Río Mulatos y Río San Juan. La región del Atrato es reconocida por su gran riqueza de especies tanto de flora como de fauna y se han identificado múltiples especies de peces dulceacuícolas en el área, indicativo de la importancia de estos cuerpos de agua (Maldonado et al., 2012), sin embargo, es factible que GBIF no posea registros detallados de especies de peces dulceacuícolas en esas zonas (Figura 8).

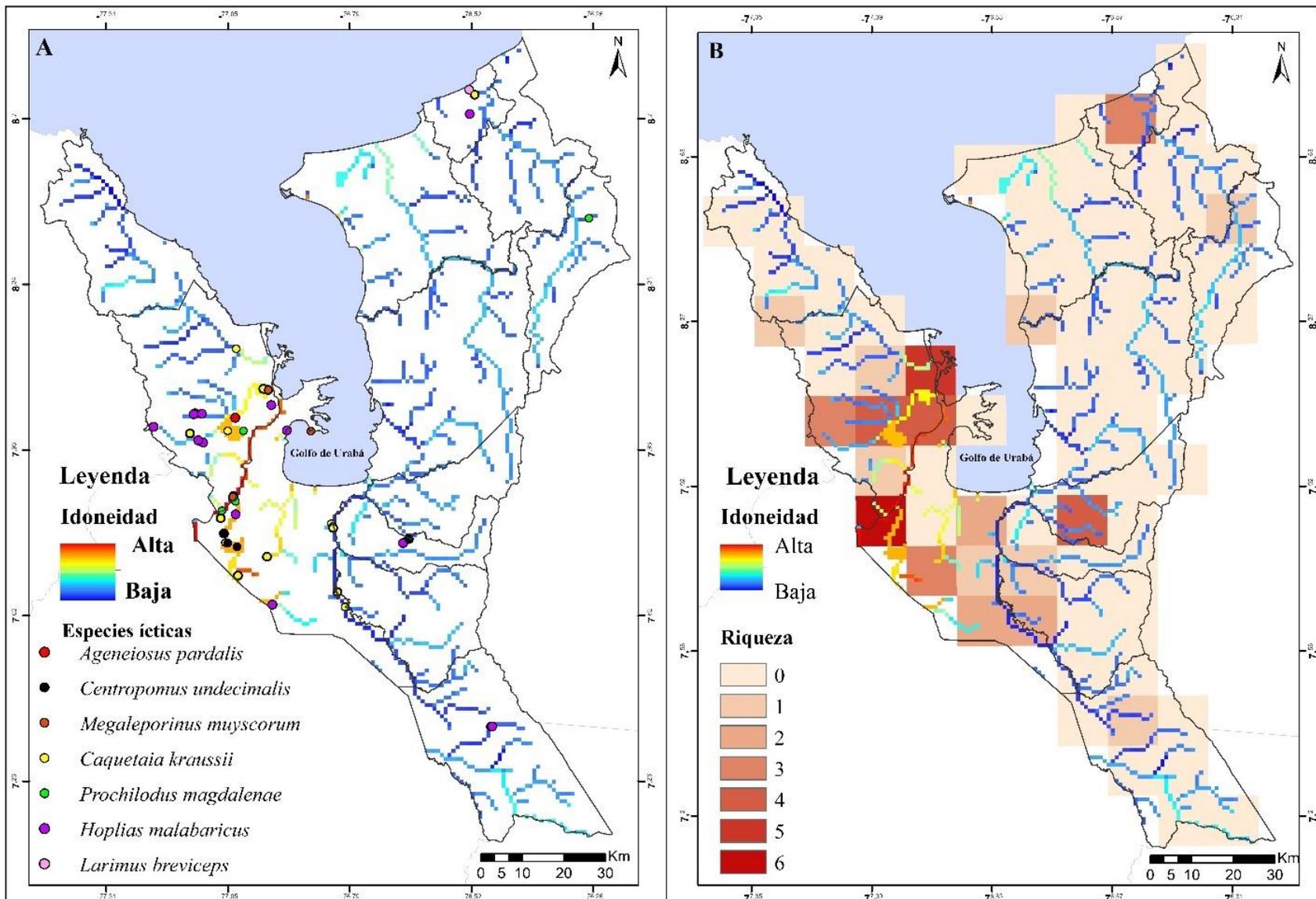


Figura 8. A). Puntos donde se reportó la presencia en Urabá de cada una de las especies de peces que la bibliografía reporta como consumidas por la nutria. B) Riqueza de especies de peces consumidas por *L. longicaudis annectens* para la Región de Urabá

Las especies *Centropomus undecimalis* y *Megaleporinus muyscorum* tienden a concentrarse en áreas con valores altos de idoneidad para la nutria. Esto sugiere que la idoneidad ambiental para la nutria es un indicativo de la presencia de estas especies y posiblemente formen parte de su dieta en la región. Por otro lado, *Caquetaia kraussii*, *Prochilodus magdalenae* y *Hoplias malabaricus* se encuentran en un amplio rango de valores de idoneidad, lo cual indica una variabilidad relevante en la idoneidad ambiental para la nutria, y que estas especies pueden estar presentes tanto en sitios de baja como de alta idoneidad. *Larimus breviceps* tiene una condición particular, ya que se encuentra en zonas que generalmente presentan baja idoneidad para la nutria, lo que sugiere que sea una especie que sea consumida con poca frecuencia (Figura 9).

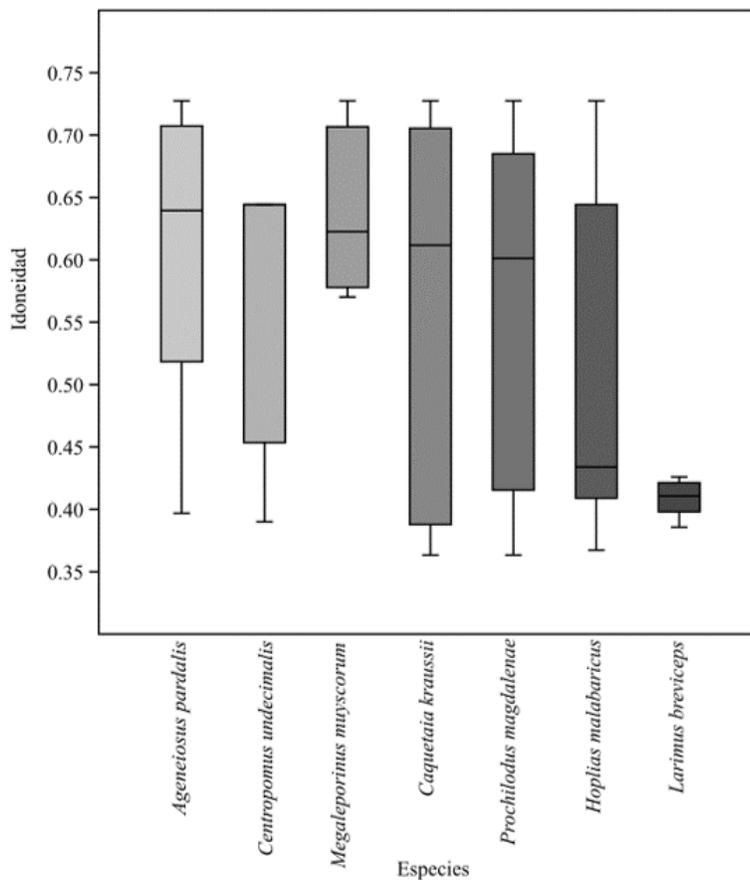


Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes de idoneidad ambiental de la nutria a la que se asocian algunas especies de peces consumidas por la nutria para la región de Urabá de carácter comercial. La línea gruesa que cruza la caja representa la mediana de los datos podría reflejar la tendencia de las especies a concentrarse en áreas con valores altos o bajos de idoneidad para la nutria y los bigotes representan la concentración de las especies en áreas con valores altos o bajos de idoneidad para la nutria.

### **Correlación**

El análisis de correlación entre la distribución de riqueza de especies de peces comerciales y la idoneidad del hábitat para la nutria, arrojó un coeficiente de  $R^2=0,54$  con una relación significativa ( $p\text{-value} < 0.05$ ). Esto indica una asociación positiva moderada entre ambas variables y sugiere que a mayor idoneidad del hábitat existe una mayor riqueza de especies de peces. Esta evaluación indica que la calidad y características del hábitat para la nutria tienen un efecto determinante en los patrones de presencia de diferentes especies ícticas.

### **Discusión**

En este estudio se evaluó parcialmente la idoneidad y la distribución potencial de *L. longicaudis annectens*, así como la identificación de posibles zonas de conflicto entre esta especie y los pescadores en la región de Urabá. De acuerdo con los resultados las variables importantes para la distribución de la especie fueron la estacionalidad de la temperatura y el carbono orgánico en el suelo. *L. longicaudis annectens* debería ser más común en áreas con temperaturas comparables entre las temporadas seca y lluviosa lo que incide sobre la disponibilidad de alimentos y las condiciones generales del hábitat acuático

El carbono orgánico en el suelo favorece la presencia de la nutria en las cuencas, debido a que influye en la calidad del agua y en la disponibilidad de nutrientes para las especies acuáticas que forman parte de su dieta (ej. peces, crustáceos y moluscos) (Molina, 2003). Por otro lado, la cobertura vegetal sirve de refugio para las nutrias (ej. madrigueras) y aunque la variable ‘Bosque mixto’, que define el porcentaje de cobertura río arriba, no tuvo un aporte significativo (2.2%) en el modelo, esto no significa que el factor no sea importante para la especie. Finalmente, la longitud de la corriente no tiene una contribución alta en el modelo, como ha sido señalado previamente por García et al. (2017), mostrando que la presencia de la nutria se da en estanques poco profundos y flujos de agua lento, así mismo, de Almeida y Pereida (2017) detectaron que los incrementos en la velocidad del flujo hacen que las nutrias cambien sus sitios de marcaje lo cual podría explicar la poca contribución de este factor.

La estimación de la distribución potencial de la nutria reviste gran importancia debido a que a pesar de la abundancia de lugares donde ella pudiera habitar, son escasos los registros trazables de esta especie en la región, pues solo se cuentan con cuatro registros confirmados de la presencia de la nutria en Urabá (uno de ellos presentado aquí). Sin embargo, es posible que no se

haya detectado en otras áreas debido a la falta de estudios exhaustivos y esfuerzos de muestreos sistemáticos en la región, pues que el modelo sugiere que la especie puede estar en otras áreas dentro de la región (tal como fue encontrado el registro aquí presentado). Así pues, la distribución potencial de la nutria presentada aquí permite identificar las áreas donde es necesario hacer rastreos, entrevistas y estudios más detallados como ADN ambiental, análisis de heces, monitoreo con cámaras trampa, descripción de estructuras poblacionales y análisis de redes tróficas.

El mapa de distribución potencial proporciona una representación visual de las zonas de hábitat adecuado para la nutria, entre las zonas representadas se cuentan cuerpos de agua del río Atrato y las ciénagas de Marriaga, Ungía, Tumaradó y Marimonda, así como el río Suriquí, el río San Juan y las cuencas altas de numerosos cursos de agua en la región. Estas áreas, por lo tanto, son puntos donde se debe enfocar los esfuerzos de muestreo y monitoreo de la especie ya que son ecosistemas poco intervenidos y, lejanos de centros poblados. Sin embargo, la presencia de actores armados en dichas áreas es una barrera para llevar a cabo estos estudios. Estas áreas que proporcionan a la nutria un hábitat adecuado para su supervivencia y reproducción, así como fuente de alimento y refugio (Gómez, 2014), también funcionan como corredores y áreas de conectividad entre diferentes hábitats, permitiendo el movimiento de la nutria y promoviendo su diversidad genética, especialmente en el caso de las ciénagas (Rheingantz et al., 2017).

La ciénaga Tumaradó, que se encuentra dentro del Parque Natural los Katíos, es una de las áreas mejor protegidas y conservadas de la región (Londoño, 2019), alberga especies acuáticas que son parte importante de la dieta de la especie. Así mismo, las ciénagas de Ungía y Marriaga albergan una alta biodiversidad gracias a la presencia de bosques húmedos, pantanos y humedales que proveen el hábitat ideal para el desarrollo de comunidades vegetales nativas como arracachales, panganales y manglares, así como para la proliferación de insectos y peces dulceacuícolas (Roa & Villa, 2019).

La ciénaga de Marimonda, que forma parte del “Distrito de Manejo Integrado- (DMI) Ensenada de Rionegro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado”, es conocida por su biodiversidad y es un lugar de importancia para la conservación de la fauna y flora. La presencia de bosque natural denso y otros ecosistemas acuáticos hacen de esta ciénaga un hábitat importante para la nutria, y su conservación garantiza la disponibilidad de alimento y refugios naturales (Gómez, 2014).

La propuesta de realizar esfuerzos de muestreo y proyectos de monitoreo ya sea mediante el análisis de heces, cámaras trampa o ADN ambiental, es fundamental para obtener más información sobre la presencia y distribución de la nutria en el Urabá. Estos enfoques pueden ayudar a recopilar datos sobre la presencia de la especie, su abundancia relativa y su comportamiento en diferentes áreas de la región. Además de proporcionar información sobre la distribución y presencia de la nutria, estos esfuerzos de muestreo y monitoreo también pueden ser utilizados para identificar posibles conflictos con actividades humanas, como la pesca artesanal. Al comprender mejor las especies que son consumidas por la nutria, se pueden implementar estrategias de conservación y manejo adecuadas para minimizar los impactos negativos en la pesca y promover la coexistencia entre la especie y las comunidades locales (del Moral et al., 2022).

En la distribución potencial de *L. longicaudis annectens* es evidente la baja idoneidad en la mayor parte del curso del Río León y del Río Chigorodo, y parcialmente del Río Carepa. Los factores responsables de este fenómeno son atribuirles al deterioro de la calidad de agua (asociada a la disposición de aguas servidas) y , la poca disponibilidad de alimento, la ausencia de refugios (debido a la deforestación y la sustitución de vegetación natural) y el cambio del régimen hídrico de los humedales asociados al río debido a actividades agroindustriales (agricultura extensiva y ganadería extensiva), del avance de la frontera agropecuaria (la construcción de canales para la desecación de terreno), y la construcción de infraestructuras viales que atraviesan el área (Arana, 2015). Un patrón similar ocurre en Capurganá donde la presencia de actividades humanas, como la sobrepesca, el turismo y recientemente la migración ilegal (250 mil migrantes en entre enero y julio de 2023) han alterado el hábitat natural de las nutrias.

Los resultados obtenidos durante la visita exploratoria a la Reserva Natural Suriki permitieron validar parcialmente la capacidad del modelo para predecir la distribución de las nutrias en el área de Urabá. Estos hallazgos respaldan la existencia de esta especie en la zona, pero es importante tener en cuenta que este estudio representa solo el inicio de la investigación. Si bien se identifican madrigueras, huellas y excrementos que evidencian la presencia de las nutrias en la reserva, se requieren investigaciones adicionales para obtener una comprensión más completa de su presencia y comportamiento en el área. Estos resultados preliminares

proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y la implementación de estrategias de conservación.

Para calcular la idoneidad ambiental para la nutria se tuvieron en cuenta las siguientes variables ambientales: temperatura media anual, Rango anual de temperatura, precipitación anual, precipitación del mes más lluvioso, precipitación del mes más seco, acumulación del flujo, longitud del flujo de la corriente, tipo de bosque mixto, concentración de carbono orgánico y estacionalidad de la temperatura. Así mismo, la dieta de la nutria se infirió a partir de los reportes de dieta realizados en ecoregiones similares y cercanas. Con estos dos conceptos y analizando los mapas resultantes de este trabajo proponemos que especies como: *Prochilodus magdalenae*, *Hoplias malabaricus*, *Centropomus undecimalis* y *Megaleporinus muyscorum* pueden habitar en amplios rangos de valor de idoneidad ambiental para la nutria, por lo que se plantea la necesidad de que se haga este mismo ejercicio de modelación para esas especies de peces. Por otra parte, y dado que estas especies son particularmente relevantes en las pesquerías artesanales del río Atrato tanto en el cauce principal del río como en las Ciénagas asociadas (Escobar et al., 2021; Maldonado et al., 2012; Correa & Palacios, 2008) esto podría sugerir la existencia de un conflicto potencial entre las nutrias y los pescadores el acceso a estas especies. Para confirmar esta conjetura es necesario tanto hacer un estudio de dieta detallado de la nutria en la región como el ejercicio de modelación que se propuso anteriormente acompañado de una validación en campo.

La condición particular de *Larimus breviceps* al encontrarse en zonas con baja idoneidad para la nutria puede sugerir que esta especie sea consumida con poca frecuencia. Estudios han investigado la dieta de la nutria y su preferencia por diferentes especies de presas donde han demostrado que la nutria puede consumir una amplia variedad de presas, pero no todas las especies tienen la misma importancia en su alimentación (Restrepo & Botero-Botero, 2012; Mayor & Botero-Botero, 2010). Esto podría indicar una falta de importancia comercial para los pescadores y un menor riesgo de conflicto entre las nutrias y los pescadores.

Estas especies de peces son parte importante del alimento para ellas, aunque también pueden consumir otras especies. (Quadros & Monteiro, 2001). Por otro lado, los pescadores aprovechan estas especies de peces para su sustento y consumo (Taborda et al., 2008). El conflicto potencial podría surgir debido a la competencia por recursos en dos escenarios: 1) la población de nutrias aumenta con el consiguiente incremento en la captura de presas 2) la población de pescadores incrementa su esfuerzo de pesca (aumento de las unidades productivas o

aumento de número de pescadores). Estos escenarios limitarían la cantidad de presas para las nutrias obligándolas a estas a acercarse más a las redes de pesca.

Es importante destacar que la pesca es una actividad económica importante en la región de Urabá y que los pescadores dependen de las capturas para su subsistencia. Por lo tanto, es prudente prever alternativas de manejo equilibrado que permitan una coexistencia equilibrada entre las nutrias y los pescadores. Esto suponiendo que a medida que aumenta la población humana sobre las costas se incrementara la presión de obtención de recursos alimentarios. Una alternativa es la construcción, con las comunidades, de prácticas de pesca sostenible que permitan la conservación de las especies y sus hábitats que al mismo tiempo permitan a los pescadores obtener ingresos para subsistencia. Además, es importante fomentar la educación y la conciencia sobre la importancia de la conservación de la biodiversidad y la necesidad de proteger a especies que, como la nutria son indicadoras de la salud de los ecosistemas, y son además depredadores terminales.

La distribución potencial de la nutria presenta mayor idoneidad en lugares donde existe mayor riqueza de las especies icticas que ella consume (según la literatura) y no en las zonas de pesca más productiva, pues estas zonas no coinciden necesariamente con los puntos de desembarco que inicialmente fueron parte del análisis.

## 5. Conclusiones

La distribución de la nutria neotropical en la región de Urabá se ve influida por diversos factores ambientales. El modelo aquí presentado proporciona un primer paso para entender como la especie se distribuye en la región y en donde podrían ocurrir conflictos con la pesca artesanal. Esto representa una posibilidad para establecer campañas de muestreo, monitoreos, estudios de dieta, y jornadas de educación ambiental en con los pescadores de la región.

Las áreas con mayor idoneidad fueron identificadas en el cuerpo de agua del Río Atrato, así como en las ciénagas de Marriaga, Unguía y Tumaradó. Estas regiones se destacaron debido a sus condiciones ambientales óptimas para la presencia y conservación de la nutria, lo cual incluye una abundante disponibilidad de recursos alimenticios, hábitats adecuados y un entorno relativamente preservado de perturbaciones humanas.

Las dos variables ambientales que ejercen una notable influencia en la idoneidad del hábitat para la nutria fueron: la estacionalidad de la temperatura y la concentración de carbono orgánico disuelto en el agua. Estos factores desempeñan un papel fundamental en la capacidad de las nutrias para encontrar entornos propicios para su supervivencia y reproducción.

La actividad pesquera artesanal y la presencia de poblaciones de nutrias pueden tener impactos negativos mutuos. En las poblaciones de nutrias, al alterar su hábitat y reducir la disponibilidad de presas en la región. Así mismo, la depredación por parte de las nutrias a especies de interés comercial para la pesca artesanal genera competencia por este recurso. Por lo tanto, se requiere un enfoque multidisciplinario que considere tanto a las nutrias como a las comunidades pesqueras. Una estrategia que podría ayudar a prevenir el potencial conflicto nutria-pescador, sería la implementación de áreas de forrajeo exclusivas para nutrias, asociadas a áreas protegidas con regulaciones específicas para pesca (ejm: parques nacionales y distritos de manejo integrado) donde se promueva la coexistencia sostenible entre nutrias y pescadores. En estas áreas se podrían establecer concertadamente cuotas de captura, programas de educación ambiental y la promoción de prácticas de pesca de bajo impacto que no degraden el hábitat acuático.

## 6. Recomendaciones

El modelado de nicho ecológico presenta información espacializada que permite visualizar las áreas donde se espera encontrar una especie en función de las condiciones ambientales que necesita para sobrevivir. Así mismo, al integrar estos mapas con la información espacial de extracción de recursos (pesca, minería, agricultura, deforestación) se puede proponer escenarios que mitiguen los impactos de estas actividades extractivas junto con iniciativas de restauración y conservación del hábitat.

Se recomienda realizar campañas de monitoreo para confirmar las predicciones de los modelos ya sea con observaciones directas o entrevistas con los pescadores para determinar el estado de las poblaciones de nutria en la región y determinar futuros esfuerzos en conservación.

Los esfuerzos de conservación destinados a proteger especies amenazadas como la nutria, que además es un depredador terminal, requieren un enfoque complejo y multifacético. Para lograrlo, es necesario trabajar en estrecha colaboración con organizaciones locales, científicos, comunidades y otras partes interesadas, con el fin de obtener apoyo y recursos adicionales.

Un equilibrio entre la conservación de las nutrias y el uso sostenible de la pesca artesanal es posible mediante la implementación de medidas técnicas, la participación comunitaria y la voluntad política. Es importante destacar que la conservación de las nutrias es fundamental, ya que su protección no solo beneficia a esta especie en particular, sino que también contribuye a la preservación de numerosas especies asociadas y comunidades biológicas.

## Referencias

- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (2020). Caracterización de Pescadores Artesanales.
- Acharya, P. M., Thainiramit, P., Techato, K., Baral, S., Rimal, N., Savage, M., & Neupane, D. (2023). Predicting the distribution and habitat suitability of the smooth-coated otter (*Lutrogale perspicillata*) in lowland Nepal. *Global Ecology and Conservation*, 46, e02578. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02578>
- Akpona, A. H., Djagoun, C. A. M. S., Harrington, L. A., Kabré, A. T., Mensah, G. A., & Sinsin, B. (2015). Conflict between spotted-necked otters and fishermen in Hlan River, Benin. *Journal for Nature Conservation*, 27, 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.06.007>
- Andrade, A. M., Arcoverde, D. L., & Albernaz, A. L. (2019). Relationship of Neotropical otter vestiges with environmental and anthropogenic factors. *Acta Amazonica*, 49, 183-192. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201801122>
- Arana Medina, V. (2015). Análisis y valoración de los servicios de los ecosistemas de humedales asociados al río León (Urabá Antioqueño, Colombia), su relación con el sistema hídrico subterráneo y con el bienestar humano. *Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata*. <https://doi.org/10.35537/10915/56570>
- Arcila, D., F. Trujillo, A. Botero-Botero y L.S. Benjumea- Sánchez. (2013). Mamíferos acuáticos de la región Caribe colombiana. En: Trujillo, F., A. Gartner, D. Caicedo y M.C. Diazgranados (2013). Diagnóstico del estado de conocimiento y conservación de los mamíferos acuáticos en Colombia. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF*. Bogotá, 312p
- Avila, I. C., Kaschner, K., & Dormann, C. F. (2018). Current global risks to marine mammals: taking stock of the threats. *Biological Conservation*, 221, 44-58. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.02.021>
- Barbieri, F., Machado, R., Zappes, C. A., & de Oliveira, L. R. (2012). Interactions between the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) and gillnet fishery in the southern Brazilian coast. *Ocean & Coastal Management*, 63, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.03.007>
- Blanco-Libreros, J. F., Taborda-Marín, A., Amortegui-Torres, V., Arroyave-Rincón, A., Sandoval, A., Estrada, E. A., & Narváez, A. V. (2013). Deforestación y sedimentación en los manglares del Golfo de Urabá. Síntesis de los impactos sobre la fauna macrobentónica e íctica en el delta del río Turbo. *Gestión y Ambiente*, 16(2), 19-36. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169428420002>
- Botero-Botero, A., Botello, J. C., Navarrete, A. M., Murillo, O., Herrera, J. C., Ortega, L. F. Córdoba, D., Guapacha, S., Sanchez, G. C. y Ortega-Lara A. (2019). Conocimiento y conservación de la nutria neotropical y los peces del río Cauca en el Valle del Cauca.

- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC. *Fundación FUNINDES. Fundación BIODESS*. Santiago de Cali, Colombia. 32 p.
- Causil-Velasco, Y. Arèvalo-Gonzalez, K. Rosso-Londoño, M., & ParraVelandia, F. (2022). Distribución, oferta alimentaria y presiones de uso del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en la Cuenca baja del río Suriquí (Antioquia, Colombia), *Trabajo de pregrado. Universidad de Antioquia, Turbo, Colombia*. <https://hdl.handle.net/10495/32194>
- Cobos M.E., Peterson AT, Barve N., Osorio-Olvera L. (2019). kuenm: an R package for detailed development of ecological niche models using Maxent. *PeerJ* 7: e6281. <https://doi.org/10.7717/peerj.6281/supp-2>
- Cobos, M. E., Jiménez, L., Nuñez P., C., Romero A., D., & Simoes, M. (2018). Sample data and training modules for cleaning biodiversity information. *Biodiversity Informatics*, 14, 49–50. <https://doi.org/10.17161/bi.v13i0.7600>
- Correa, J. D., Pacheco, M., & Correa, T. (2016). Pesca en el delta del Atrato. *Revista Experimental*, (5).
- Coletti, L. D., Michel, T., Sanfelice, D., & Jardim, M. (2013). Spatial habitat uses by *Lontra longicaudis* (Mustelidae, Carnivora) in an anthropically modified environment in Caí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 103, 240-245. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000300005>
- Cook, P., Hawes, J. E., Campos-Silva, J. V., & Peres, C. A. (2022). Human-wildlife conflicts with crocodylians, cetaceans and otters in the tropics and subtropics. *PeerJ*, 9, e12688. <https://doi.org/10.7717/peerj.12688>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpourabá). (2009, 17 de diciembre). Acuerdo N.º 012 de 2009. Por el cual se declara el Distrito de Manejo Integrado (DMI) Ensenada de Rionegro, los Bajos Aledaños, las ciénagas de Marimonda y el Salado en el municipio de Necoclí, departamento de Antioquia, se adopta el Plan de Manejo Ambiental y se adoptan otras disposiciones.
- De Almeida, L. R., & Pereira, M. J. R. (2017). Influence of the water quality on the occurrence of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) (Olfers, 1818) in a human-altered river basin. *Marine and Freshwater Research*, 69(1), 122-127. <https://doi.org/10.1071/MF17020>
- De Castro, F. R., Stutz-Reis, S., Reis, S. S., Nakano-Oliveira, E., & Andriolo, A. (2014). Fishermen's perception of Neotropical otters (*Lontra longicaudis*) and their attacks on artisanal fixed fence traps: The case of caiçara communities. *Ocean & Coastal Management*, 92, 19-27. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.01.008>
- De la Flor, M. T., & Romero, M. A. C. (2015). Biogeografía predictiva: técnicas de modelamiento de distribución de especies y su aplicación en el impacto del cambio

- climático. *Espacio y Desarrollo*, (27), 159-179.  
<https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201501.008>
- Del Moral Sachetti, F., Soler, L., Castilla, C., Bravo-Malca, A., Souza, J. de y Gómez, N. (2022). Coexistencia entre fauna silvestre y seres humanos: análisis de experiencias en el contexto latinoamericano. Bogotá: *Comfauna-Fundación Natura*. 200-218.
- Domisch, S., Amatulli, G., and Jetz, W. (2015) Near-global freshwater-specific environmental variables for biodiversity analyses in 1 km resolution. *Scientific Data*. 2 (1), 1-13.  
<https://doi.org/10.1038/sdata.2015.73>
- De Pinho, F. F., Ferreira, G. B., & Barata, I. M. (2018). Feeding ecology and spraint deposition sites of the Neotropical otter (*Lontra longicaudis*) at Cavernas do Peruaçu National Park, Brazil. *IUCN/SCC Otter Specialist Group Bulletin*, 35(1), 11-2.
- Duran, I. D., & Medina, R. J. (2019). Multitemporal analysis of the flow of sediments using MODIS MYD09 and MOD09 images. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 29(2), 69-86.
- Escalante, S. G., & FELDMAN, R. E. (2021). Modelado de nicho ecológico para caracterizar la expansión del género *Lonchura* en México. *Tesis Doctoral. Centro de Investigación Científica de Yucatán*.
- Esquivel, M.A., Merino, M.C., Restrepo, J. J., Narváez, A., Polo, C. J., Plata, J., y Puentes, V. (2014). Estado de la Pesca y la Acuicultura. Documento de compilación de información. *Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP-*. 26p.
- FAO (2016). Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Santiago de Chile. 96p.
- FAO (2020). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Versión resumida. La sostenibilidad en acción. Roma. 20p.
- GBIF.org (2023), GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org> [13 January 2020].
- García, JMV, Morales, LFB, & Belda, DL (2018). Recursos Marinos y Servicios Ambientales en el Desarrollo Regional. *En eBooks del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC*.
- García-Valencia, C. (2007). Atlas del golfo de Urabá: una mirada al caribe de Antioquia y Choco. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar- y Gobernación de Antioquia. *Serie de publicaciones Especiales de Invemar N°12*. Santa Marta, Colombia. 180p.
- Gómez Espinosa, D. (2014). Distribución de la nutria *Lontra longicaudis* en la zona baja del río Sumapaz (Melgar-Ricaurte, Cundinamarca Colombia). *Tesis de Ecología, Pontificia*

Universidad Javeriana. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana.  
<http://hdl.handle.net/10554/15013>

- Guisan, A., & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8(9), 993-1009. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>
- Hammer, Ø, Harper, D.A.T, Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1), 9 pp.
- Hernández-Romero, P. C., Guerrero, J. A., & Valdespino, C. (2015). Morphological variability of the cranium of *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae): A morphometric and geographic analysis. *Zoological Studies*, 54(1). <https://doi.org/10.1186/s40555-015-0127-6>
- Hernández-Romero, P. C., Gutiérrez-Rodríguez, C., Valdespino, C., & Prieto-Torres, D. A. (2018). The role of geographical and ecological factors on population divergence of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). *Evolutionary Biology*, 45, 37-55. <https://doi.org/10.1007/s11692-017-9428-5>
- Hijmans, RJ, Cameron, SE, Parra, JL, Jones, PG y Jarvis, A. (2005). Superficies climáticas interpoladas de muy alta resolución para áreas terrestres globales. *Meteorological Society*, 25, 1965-1978.
- Hijmans RJ. (2023). raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.6-20, <<https://CRAN.R-project.org/package=raster>>.
- Ibarra-Montoya, J. L., Rangel-Peraza, G., González-Farias, F. A., De Anda, J., Martínez-Meyer, E., & Macias-Cuellar, H. (2012). Uso del modelado de nicho ecológico como una herramienta para predecir la distribución potencial de *Microcystis sp* (cianobacteria) en la Presa Hidroeléctrica de Aguamilpa, Nayarit, México. *Revista Ambiente & Agua*, 7, 218-234. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.607>
- INVEMAR. (2003). Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2002. *Serie de Publicaciones Periódicas N° 4*. Santa Marta.
- Kass, J.M., Pinilla-Buitrago, G.E, Paz, A., Johnson, B.A., Grisales-Betancur, V., Meenan, S.I., Attali, D., Broennimann, O., Galante, P.J., Maitner, B.S., Owens, H.L., Varela, S., Aiello-Lammens, M.E., Merow, C., Blair, M.E., Anderson R.P. (2022). wallace 2: a shiny app for modeling species niches and distributions redesigned to facilitate expansion via module contributions. *Ecography*, e06547. <https://doi.org/10.1111/ecog.06547>
- Ker de Andrade, H. (1997). Food and feeding habits of the neotropical river otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). *Mammalia*. 61(2):193-204. <https://doi.org/10.1515/mamm.1997.61.2.193>
- Larivière, S. (1999). *Lontra longicaudis*. *Mammalian Species*. 609, 1-5.

- Lasso, C. A., Córdoba, D. y Morales-Betancourt, M. A. (Ed.). (2017). XVI. Áreas clave para la conservación de la biodiversidad dulceacuícola amenazada en Colombia: moluscos, cangrejos, peces, tortugas, cocodrilos, aves y mamíferos. *Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Bogotá, D. C., Colombia. 353 pp.
- Londoño, L. A. S. (2019). Una mirada a las áreas protegidas del Urabá-Darién: esquina de tesoros naturales de Colombia. *Gestión y Ambiente*, 22(2), 291-302.  
<https://doi.org/10.15446/ga.v22n1.76047>
- Maldonado-Ocampo, J. A., Usma Oviedo, J. S., Villa-Navarro, F. A., Ortega-Lara, A., Prada-Pedreras, S., Jiménez, L. F., & Sánchez Garcés, G. C. (2012). Peces dulceacuícolas del Chocó biogeográfico de Colombia. *WWF Colombia, Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad del Tolima, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Pontificia Universidad Javeriana*. Bogotá D.C., Colombia. 400pp.
- Mariaca Villavicencio, A. L. (2018). Aspectos de ecología trófica de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y su interacción con la actividad pesquera en la estrella fluvial de Inírida: Guainía-Colombia. *Tesis de Maestría en Conservación y Uso de la Biodiversidad, Pontificia Universidad Javeriana. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana*.  
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.34365>
- Marín, G. (2001). Estado de los estuarios y las lagunas costeras en Colombia En: Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2000. *INVEMAR*, Santa Marta, Colombia, pp. 67- 80.
- Mateo, R. G., Felicísimo, A. M., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural* 84:217-240.  
<http://hdl.handle.net/10261/78890>
- Mayor-Victoria, Rosemary, & Botero-Botero, Álvaro. (2010). Uso del hábitat por la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnívora: Mustelidae) en la zona baja de Río Roble, Alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 14 (1), 121-130. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-30682010000100008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682010000100008&lng=en&tlng=es).
- Mayor-Victoria, Romero, & Botero-Botero, Álvaro. (2010). Dieta de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnívora, Mustelidae) en el Río Roble, Alto Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 15 (1), 237-244.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2010000100016&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2010000100016&lng=en&tlng=es).
- Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León y C. A. Lasso. (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

- Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 pp
- Molina García, L. (2003). Estudio preliminar del carbono orgánico disuelto en los ríos Orinoco, Bitá y Meta, en el área de influencia de Puerto Carreño. *Tesis de Biología, Universidad de los Andes Editorial- Universidad de los Andes*. <http://hdl.handle.net/1992/14130>
- Moreno, L. T. (2018). La pesca de los pescadores artesanales en Colombia. *PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho*, 19(2). <https://doi.org/10.33026/peg.v19i2.5514>
- Mosquera- Guerra, F., Velandia-Barragán, C., Rojas, J. E., Ospina-Posada, V., Caicedo Herrera, D., Cortes-Ladino, A. M. y Trujillo, F. (2018). Plan de manejo y conservación de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca Bogotá, D.C. Colombia. 88p
- Mota-Vargas C, Encarnación-Luévano A, Ortega-Andrade HM, Prieto-Torres DA, Peña-Peniche A, Rojas-Soto OR (2019) Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: *Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp. 39-6 [http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD\\_IKIAM/340](http://repositorio.ikiam.edu.ec/jspui/handle/RD_IKIAM/340)
- Neira-Herrera, J. A. (2021). ¿Cuál es el estado de conocimiento de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) y la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en Colombia?: un diagnóstico y panorama frente a su condición actual en el país. *Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Editorial- Universidad pedagógica Nacional*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17160>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling*, 190(3-4), 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E., and Blair, M. E. (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography* 40, 887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>
- Pineda, J. E, Gavio, B, & Lasso-Zapata, J. (2013). Principales amenazas a la biodiversidad marina. *Actualidades Biológicas*, 35 (99), 111-133. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S030435842013000200001&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030435842013000200001&lng=en&tlng=es).
- Pinillosa, L., Pérez-Torres, J., & Botero-Botero, A. (2018). Diet of *Lontra longicaudis* in Espejo River, Quindío, Colombia. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 35(4), 222-229.
- Puentes, V., Polo, C. J., Roldán, A. M., & Zuluaga, P. A. (2014). Artes y métodos de pesca en Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca–AUNAP. Bogotá: *Conservación Internacional*, 216.

- Quadros, J., & Monteiro-Filho, E. L. (2001). Diet of the neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in an Atlantic Forest area, Santa Catarina State, southern Brazil. *Studies on Neotropical fauna and Environment*, 36(1), 15-21. <https://doi.org/10.1076/snfe.36.1.15.8881>
- Quintela, F. M., Da Silva, F. A., Assis, C. D., & Antunes, V. C. (2012). Data on *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) mortality in southeast and southern Brazil. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 29(1), 5-8.
- R Core Team (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Raby, G. D., Colotelo, A. H., Blouin-Demers, G., & Cooke, S. J. (2011). Freshwater commercial bycatch: an understated conservation problem. *BioScience*, 61(4), 271-280. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.4.7>
- Ray, D., Behera, M. D., & Jacob, J. (2018). Evaluating ecological niche models: A comparison between Maxent and GARP for predicting distribution of *Hevea brasiliensis* in India. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 88, 1337-1343. <https://doi.org/10.1007/s40011-017-0869-5>
- Restrepo, C. A., & Botero-Botero, Á. (2012). Ecología trófica de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae) en el río La Vieja, alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 16(1), 207-214. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4593>
- Restrepo, C. A., Botero-Botero, Á., Puerta-Parra, J. C., Franco-Pérez, L. M., & Guevara, G. (2018). El caso de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis Olfers, 1818*) como mascota en el río Magdalena (Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 22(2), 76-83. <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.2.6>
- Ríos, C., & Espinoza, D. (2019). ¿Qué es necesario considerar para utilizar los modelos de nicho ecológico o modelos de distribución de especies?: Cómo no caer en la tentación. *Revista Latinoamericana De Herpetología*, 2(1), 5-8. <https://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2019.1.89>
- Robles, R. V. (2021). Guardianes de la biodiversidad: una propuesta pedagógica para la conservación de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en el departamento del Magdalena. *Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Editorial- Universidad pedagógica Nacional*. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16461>
- Rueda, M., Marmol, D., Vilorio, E., Doncel, O., Rico-Mejía, F., García, L., & Girón, A. (2010). Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia. *Invemar, Incofer, Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)*, Santa Marta.

- Rheingantz ML, de Menezes JFS, de Thoisy B. (2014). Definición de la distribución, prioridades de conservación y fronteras ecológicas de la nutria neotropical *Lontra Longicaudis*. *Ciencias de la conservación tropical*. 7(2), 214-229.
- Rheingantz, M. L., Santiago-Plata, V. M., & Trinca, C. S. (2017). The Neotropical otter *Lontra longicaudis*: a comprehensive update on the current knowledge and conservation status of this semiaquatic carnivore. *Mammal Review*, 47(4), 291-305.  
<https://doi.org/10.1111/mam.12098>
- Rheingantz, M. L., de Menezes, J. F. S., Galliez, M., & dos Santos Fernandez, F. A. (2017). Biogeographic patterns in the feeding habits of the opportunist and semiaquatic Neotropical otter. *Hydrobiologia*, 792, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3095-5>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. *Montreal*, 94p.
- Taborda Marín. A., Maldonado Lizarazo, C., Palacio Baena, J. A., & Vásquez Arango, J. G. (2008). Participación comunitaria en el Golfo de Urabá: El caso del corregimiento Bocas del Atrato y la vereda El Roto, Municipio de Turbo, Antioquia. *Gestión y Ambiente*. 11(3), 97-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169420255009>
- Trujillo, F., Caro, A., Martínez, S., & Rodríguez-Maldonado, M. V. (2015). Negative interactions between giant otters (*Pteronura brasiliensis*) and local fisheries in the Amazon and Orinoco basins in Colombia. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 10(2), 122-130.  
<https://doi.org/10.5597/lajam00204>
- Václavíková, M., Václavík, T., & Kostkan, V. (2011). Otters vs. fishermen: Stakeholders' perceptions of otter predation and damage compensation in the Czech Republic. *Journal for Nature Conservation*, 19(2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2010.07.001>
- Valencia-Rodríguez, D., Jiménez-Segura, L., Rogéliz, C. A., & Parra, J. L. (2021). Ecological niche modeling as an effective tool to predict the distribution of freshwater organisms: The case of the Sabaleta *Brycon henni* (Eigenmann, 1913). *PloS one*, 16(3), e0247876.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247876>