

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

UNIAGRARIA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA



UNIAGRARIA

Fundación Universitaria Agraria
de Colombia

LA U VERDE DE COLOMBIA

**IMPACTO EN SALUD PÚBLICA DE CUATRO ESPECIES INVASORAS – CARACOL
GIGANTE AFRICANO (*Achatina fulica*), PEZ LEÓN (*Pterois volitans*), PALOMA
DOMÉSTICA (*Columba livia*) E HIPOPÓTAMO (*Hippopotamus amphibius*), EN
COLOMBIA**

Preparado por:

Diana Catalina Pacheco Naranjo

ID 8524

Oscar Javier Otálora Rojas

ID 10321

Bogotá, agosto 2023

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA

UNIAGRARIA

PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria
de Colombia
LA U VERDE DE COLOMBIA

IMPACTO EN SALUD PÚBLICA DE CUATRO ESPECIES INVASORAS – CARACOL
GIGANTE AFRICANO (*Achatina fulica*), PEZ LEÓN (*Pterois volitans*), PALOMA
DOMÉSTICA (*Columba livia*) E HIPOPÓTAMO (*Hippopotamus amphibius*), EN COLOMBIA

Preparado por

Diana Catalina Pacheco Naranjo

ID 8524

Oscar Javier Otálora Rojas

ID 10321

Tutor o director

Dr. Víctor Manuel Acero Plazas, DMV, MSc.

Bogotá, agosto 2023

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de especies invasoras en diferentes ecosistemas ha sido reconocida como una de las principales amenazas para la salud pública a nivel mundial (Burgos, 2020). En Colombia, un país con una gran riqueza biológica y ecosistemas diversos, la presencia de especies invasoras representa un desafío significativo (Henaó *et al.*, 2020). En particular, el caracol gigante africano (*Achatina fulica*), el pez león (*Pterois volitans*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) se han identificado como especies invasoras con un impacto en la salud pública del país (Autor).

El caracol gigante africano, originario de África oriental, ha sido introducido en Colombia y ha mostrado una alta capacidad de adaptación y reproducción en diferentes hábitats, ya que este molusco terrestre puede albergar microorganismos patógenos, lo que representa un riesgo para la salud humana y animal (Silva *et al.*, 2022). Estudios recientes han evidenciado la presencia de parásitos transmitidos por el caracol gigante africano en zonas urbanas y rurales de Colombia (Giraldo *et al.*, 2022), lo que resalta la importancia de comprender y abordar los riesgos asociados con esta especie invasora (Autor).

Por otro lado, el pez león, originario del Indo-Pacífico, ha invadido los arrecifes de coral del Caribe y el Golfo de México, incluyendo las costas colombianas, es depredadora, se reproduce rápidamente y se alimenta de una amplia variedad de especies nativas, lo que ha llevado a una disminución significativa en la diversidad y abundancia de peces y corales en los ecosistemas afectados, además, el pez león posee espinas venenosas en sus aletas, lo que representa un riesgo para los pescadores, buzos y bañistas que puedan entrar en contacto con esta especie introducida (Díaz y Hunter, 2019).

La paloma doméstica, una especie introducida en muchas partes del mundo, también ha encontrado su camino en Colombia (Chaparro *et al.*, 2018). Estas aves urbanas pueden transmitir enfermedades respiratorias y gastrointestinales a través de sus heces y plumas, especialmente en entornos urbanos densamente poblados y estudios han demostrado la presencia de bacterias

patógenas en las heces de palomas en áreas urbanas de Colombia, lo que resalta la importancia de abordar los riesgos sanitarios asociados con esta especie no autóctona (Serna *et al.*, 2021).

Finalmente, el hipopótamo, introducido en Colombia por el narcotraficante Pablo Escobar, representa un desafío único para la salud pública y la conservación de la biodiversidad (Bleier, 2021). Estos animales, originarios de África, se han establecido en los ríos y humedales del país, alterando los ecosistemas y compitiendo con especies nativas. Además, los hipopótamos pueden ser un riesgo para la salud humana por tráfico ilegal de la especie y cercanía con la población que vive en las zonas rurales o en zonas aledañas a los ríos invadidos por el hipopótamo (McCauley *et al.*, 2018; Doornbos, 2023).

2. JUSTIFICACIÓN

Según Cáceres *et al.*, en 2019, el manejo de las especies introducidas implica desafíos complejos y multidimensionales, ya que existe una incertidumbre considerable con respecto a cómo poder identificar estrategias de gestión a las invasiones biológicas para poder mejorar la biodiversidad, la economía y el bienestar humano.

Según Chinchio *et al.*, en 2022, resalta la necesidad de realizar más esfuerzos para que la información disponible sobre las enfermedades que se transmiten por estas especies invasoras sea accesible y recopilada sistemáticamente a fin de proporcionar datos para futuras investigaciones, confiar en fuentes alternativas de información y así poder evaluar los riesgos de enfermedad e impactos ambientales. Hay tres factores que revelan más impactos de estas especies en su entorno, el primero de ellos es la falta de investigación, ya que solo se han estudiado un pequeño porcentaje de especies introducidas, segundo, los impactos que generan estas especies son muy leves hasta que ellas aumentan considerablemente su población y tercero, hay especies invasoras que no generan un impacto evidente hasta que incrementan su número y se convierten en una especie altamente invasiva (Simberloff, 2014).

Dicho esto, la utilidad de esta monografía radica en recopilar las investigaciones que se han venido desarrollando sobre las especies invasoras que abarca este documento y ampliar la información actual sobre como es el manejo de prevención y control, al mismo tiempo, que esta información sea de utilidad para entes gubernamentales y sociedad en general, por tanto, mitigar los efectos nocivos que causan estas especies invasoras.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La introducción de especies invasoras en un ecosistema puede tener graves consecuencias para la salud pública. En Colombia, se han registrado la presencia de varias especies invasoras como el caracol gigante africano (*Achatina fulica*), el pez león (*Pterois volitans*), la paloma doméstica (*Columba livia*) y el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), que han afectado tanto a la salud humana, la economía y la biodiversidad del país (Alonso y Castro, 2015).

En términos económicos según Cuthbert *et al.*, en 2022, existe una problemática de la evaluación económica de las especies invasoras incluyendo al caracol gigante africano (*Achatina fulica*) y la paloma doméstica (*Columba livia*) en la lista de las 100 especies invasoras más perjudiciales para los ecosistemas y que generan mayores costos, lo cual, se debe a la falta de evaluaciones económicas rigurosas para comprender el impacto financiero que estas especies generan, ya que es fundamental para la toma de decisiones y la planificación de estrategias de gestión.

El caracol gigante africano (*Achatina fulica*) es una especie invasora que ha sido reportada en diversas regiones del mundo, incluyendo Colombia. Esta especie se caracteriza por ser un vector de diferentes patógenos que pueden afectar la salud humana, incluyendo la meningitis eosinofílica y la angiostrongiliasis abdominal. Además, esta especie puede actuar como huésped intermedio de diferentes parásitos que afectan a otros animales, como animales domésticos y silvestres. A pesar de su potencial impacto en la salud pública, se desconoce la magnitud de la presencia y propagación de esta especie en Colombia, así como la efectividad de las estrategias de control y erradicación implementadas hasta la fecha (Garcés *et al.*, 2016; Patiño y Giraldo, 2020).

El pez león (*Pterois volitans*) es una especie invasora originaria del Indo-Pacífico que se ha establecido en las aguas del Caribe, incluyendo las costas de Colombia, aunque es un pez hermoso y popular en acuarios, su introducción accidental ha generado preocupación en la comunidad científica debido a sus impactos en el ecosistema y la salud pública, ya que se ha expandido rápidamente en Colombia y ha demostrado ser un depredador voraz y agresivo, afectando la biodiversidad y la pesca en las zonas costeras, además, esta especie es portadora de toxinas que

pueden causar graves daños a la salud humana, lo que representa un riesgo para la población que consume este pez de forma errónea (Acero *et al.*, 2018; Sanjuan *et al.*, 2022).

La paloma doméstica (*Columba livia*) es una especie de ave que se encuentra en todo el mundo y es conocida por su capacidad para adaptarse a diferentes entornos, incluyendo zonas urbanas y rurales, lo cual, en Colombia la presencia de palomas domésticas se ha vuelto cada vez más común en áreas urbanas y periurbanas, lo que ha llevado a preocupaciones sobre su impacto en la salud pública, aunque, las palomas son conocidas como una especie de ave que no representa una amenaza para la salud humana, estudios recientes sugieren que las palomas domésticas pueden albergar diversos patógenos que pueden afectar la salud de las personas y otros animales en el entorno en el que se encuentran (Gargiulo *et al.*, 2014; Torres *et al.*, 2018).

El hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) es una especie invasora que ha sido introducida en algunas regiones de Colombia, particularmente en el departamento de Magdalena, dicho esto, la presencia de hipopótamos en esta zona ha generado preocupación por los posibles impactos en la salud pública debido a su papel como reservorios de enfermedades zoonóticas, ya que se ha identificado que el hipopótamo puede ser portador de diversos patógenos, como el virus del Nilo Occidental y la bacteria Salmonella, que pueden ser transmitidos a humanos y otros animales (Monsalve y Ramírez, 2018). Además, el aumento de la población de hipopótamos ha generado conflictos con las comunidades locales debido a la degradación del hábitat y los riesgos para la seguridad de las personas (Castelblanco *et al.*, 2020).

3.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el impacto en salud pública de las especies caracol gigante africano (*Achatina fulica*), pez león (*pterois volitans*), paloma doméstica (*columba livia*) e hipopótamo (*hippopotamus amphibius*) en Colombia?

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL:

Describir el impacto en salud pública en el marco de una sola salud de cuatro especies invasoras - caracol gigante africano (*Achatina fulica*), pez león (*Pterois volitans*), paloma doméstica (*Columba livia*) y el hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*), en Colombia.

4.2. ESPECÍFICOS:

- Identificar cuál es el impacto en salud pública que generan estas especies invasoras y cuáles son las medidas que se están implementando actualmente para controlar su propagación y reducir su impacto en Colombia.
- Determinar cuáles son las estrategias de manejo y control eficaces aplicadas a las especies invasoras incluidas en este documento en otros países, que podrían adaptarse en Colombia para mitigar aún más el impacto en salud pública.

5. RESUMEN

La introducción de especies invasoras tiene consecuencias graves para la salud pública. En Colombia, la presencia de cuatro especies invasoras: el caracol gigante africano, el pez león, la paloma doméstica y el hipopótamo, han afectado la salud humana, animal y ambiental del país. El caracol gigante africano es un vector de enfermedades e invade cultivos de consumo humano. A pesar de su potencial impacto en la salubridad, se desconoce la magnitud de su presencia y propagación, así como la efectividad de las estrategias de control implementadas. El pez león, originario del Indo-Pacífico, se ha establecido en las aguas del Caribe, incluyendo las costas de Colombia. Este pez depredador voraz y agresivo afecta la biodiversidad, además de portar toxinas perjudiciales para la salud humana. La presencia de palomas domésticas en áreas urbanas y periurbanas ha generado preocupación sobre su efecto negativo en la salud pública, estudios recientes sugieren que transmiten enfermedades zoonóticas. El hipopótamo ha generado preocupación debido a los conflictos con las comunidades locales provocando el riesgo para la seguridad de las personas y la degradación del ecosistema. Se llevo a cabo una revisión sistemática de la literatura científica, empleando análisis de riesgo cualitativo, estudiando cada especie, las enfermedades zoonóticas asociadas, los factores que contribuyen a su propagación y los métodos de manejo y control. La búsqueda inicial arrojó un total de 676 resultados; de 75 artículos preseleccionados, solo 35 cumplieron los criterios de inclusión. En los artículos se identificaron los factores de riesgo en salud pública de cada especie, posteriormente se realizó la matriz de riesgo de cada una y finalmente se identificó el manejo y control de estos factores de riesgo.

6. ABSTRACT

The introduction of invasive species has serious consequences for public health. In Colombia, the presence of four invasive species: the giant African snail, the lionfish, the house pigeon, and the hippopotamus, have affected the country's human, animal, and environmental health. The giant African snail is a vector of diseases and invades crops for human consumption. Despite its potential impact on health, the magnitude of its presence and spread is unknown, as well as the effectiveness of the control strategies implemented. The lionfish, native to the Indo-Pacific, has established itself in the waters of the Caribbean, including the coasts of Colombia. This voracious and aggressive predatory fish affects biodiversity, as well as carrying toxins that are harmful to human health. The presence of domestic pigeons in urban and peri-urban areas has generated concern about its negative effect on public health, recent studies suggest that they transmit zoonotic diseases. The hippopotamus has generated concern due to conflicts with local communities causing risk to the safety of people and the degradation of the ecosystem. A systematic review of the scientific literature was carried out, using qualitative risk analysis, studying each species, the associated zoonotic diseases, the factors that contribute to its spread, and the management and control methods. The initial search returned a total of 676 results; of 75 preselected articles, only 35 met the inclusion criteria. In the articles, the risk factors in public health of each species were identified, later the risk matrix of each one was made and finally the management and control of these risk factors was identified.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*):

El caracol gigante africano (*Achatina fulica*) es una especie invasora originaria de África que ha sido introducida en varios países, incluyendo Colombia, como fuente de alimento y para fines comerciales y medicinales (Garcés *et al.*, 2016). Sin embargo, esta especie ha demostrado tener un gran potencial invasor debido a su alta tasa de reproducción, rápido crecimiento y capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (Siqueira *et al.*, 2022).

La presencia de esta especie puede tener consecuencias negativas para la salud de las personas debido a la capacidad del caracol de ser vector de enfermedades como la meningoencefalitis eosinofílica causada por *Angiostrongylus cantonensis* comportándose como una meningoencefalitis subaguda o crónica (López, 2018) y la fascioliasis hepática, además, el consumo de carne de caracol contaminado con bacterias y parásitos puede provocar enfermedades gastrointestinales, como la salmonelosis y la shigelosis (Pavanelli *et al.*, 2017).

La propagación del caracol gigante africano también puede tener impactos en la salud animal y ambiental, puesto que, en términos de salud animal, el caracol puede ser un hospedero intermedio para varios parásitos y gusanos, lo que puede afectar a animales domésticos y silvestres que se alimentan del caracol, lo cual, en términos ambientales, el caracol gigante africano puede afectar la biodiversidad local al competir con otras especies por alimento y hábitat, así como al ser un agente de transporte de microorganismos y patógenos que pueden afectar a la fauna y flora nativa (Lugones y Ramírez, 2016).

La presencia del caracol gigante africano en Colombia también tiene impactos económicos, ya que su control y erradicación representa un costo importante para el gobierno y los agricultores debido a su capacidad para consumir una amplia variedad de plantas, incluyendo cultivos comerciales y ornamentales (Sarma *et al.*, 2015). Además, la exportación ilegal de caracoles gigantes africanos para el consumo humano puede generar un riesgo adicional para la salud pública y la economía (Sánchez y Man, 2015).

La gestión efectiva de la presencia del caracol gigante africano en Colombia requiere una comprensión integral de los impactos que puede tener en la salud humana, animal y ambiental y es necesario llevar a cabo estudios epidemiológicos para evaluar la incidencia de enfermedades transmitidas por el caracol y su posible impacto en la salud pública (Pavanelli *et al.*, 2017). Además, es importante implementar medidas de control para prevenir la propagación de la especie y minimizar los impactos en la biodiversidad y la economía local (Patiño y Giraldo, 2018). La cooperación entre los sectores gubernamentales, científicos, agricultores y la sociedad en general es fundamental para abordar de manera efectiva los impactos de salubridad que puede generar el caracol gigante africano en Colombia.

7.2. Pez león (*Pterois volitans*):

El pez león (*Pterois volitans*) es una especie invasora originaria del Indo-pacífico que invadieron y se establecieron exitosamente en el Océano Atlántico Occidental de los Estados Unidos, el Golfo de México y el Mar Caribe (Blakeway *et al.*, 2022). A pesar de que no se sabe con certeza cómo llegó a las aguas caribeñas, se ha especulado que pudo haber sido introducido por la liberación intencional o accidental de especímenes de acuario (Blakeway *et al.*, 2021). En Colombia, el pez león fue avistado por primera vez en 2009 cerca de la Isla de San Andrés y desde entonces se ha extendido a otras áreas del Caribe colombiano (Bayraktarov *et al.*, 2014).

Uno de los principales impactos ambientales del pez león en Colombia es su capacidad para modificar la estructura y composición de las comunidades de peces y arrecifes coralinos, dado que estudios han demostrado que el pez león es capaz de reducir la abundancia y diversidad de peces nativos y alterar el funcionamiento del ecosistema (Albins y Hixon, 2013). Como depredadores con una amplia dieta, pueden representar una gran amenaza para las especies económica y ecológicamente importantes y, por lo tanto, para la salud general de los ecosistemas de arrecifes de coral y las comunidades que dependen de ello (Eddy *et al.*, 2020).

Otro impacto importante del pez león en Colombia es su capacidad para afectar la salud humana, ya que el pez león tiene espinas venenosas en sus aletas dorsales, pectorales y anales que pueden causar dolor intenso, hinchazón y otros síntomas en humanos que entren en contacto con ellas y la

extracción de estas espinas requiere una técnica adecuada y puede ser peligrosa si no se realiza correctamente (Escobar *et al.*, 2015).

Además, el consumo de pez león en Colombia puede presentar riesgos para la salud humana debido a la acumulación de toxinas en su carne, puesto que, estudios han demostrado que el pez león puede acumular altas concentraciones de ciguatoxinas, una toxina producida por ciertos dinoflagelados que puede causar enfermedades en humanos que consumen peces contaminados (Friedman *et al.*, 2017).

7.3. Paloma doméstica (*Columba livia*):

La paloma doméstica (*Columba livia*) es una especie de ave originaria del sur de Europa, norte de África y Asia, que ha sido domesticada por el ser humano desde hace miles de años, ya que, según estudios genéticos, se cree que su domesticación se produjo hace unos 10.000 años, en el cercano Oriente, a partir de la paloma bravía (*Columba oenas*) (Shapiro *et al.*, 2013). En Colombia, la paloma doméstica ha sido introducida desde tiempos coloniales y actualmente se encuentra ampliamente distribuida en zonas urbanas y rurales, donde es considerada una plaga debido a los impactos que causa en la salud pública (Redondo *et al.*, 2018).

A pesar de ser considerada como una especie sin impacto negativo en un principio, estudios recientes demuestran que la paloma doméstica puede generar impactos ambientales y sanitarios en las áreas donde habita, en vista de la acumulación de excrementos de estas aves en edificaciones y espacios públicos puede causar problemas de higiene y salud pública, al ser un foco de proliferación de microorganismos patógenos como bacterias y hongos (Walteros *et al.*, 2021).

Además, la paloma doméstica puede actuar como vector de enfermedades zoonóticas que afectan a la salud humana, como la salmonelosis, la criptococosis y la ornitosis, por ende, estas enfermedades pueden ser transmitidas a través del contacto con excrementos, plumas y secreciones de las aves o por la inhalación de polvo contaminado en áreas donde hay presencia de palomas (Mourao, 2016).

Otras de las problemáticas que genera esta especie es el daño que ocasiona a la infraestructura urbana y rural, teniendo en cuenta que la acumulación de excrementos y plumas en techos, canales

de agua y sistemas de aire acondicionado puede obstruirlos, generando gastos en reparación y mantenimiento para los propietarios de los inmuebles (Walteros *et al.*, 2021).

7.4. Hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*):

El hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*) es una especie nativa del continente africano, donde habita en ríos, lagos y pantanos, sin embargo, en la década de 1980, el narcotraficante Pablo Escobar introdujo cuatro hipopótamos en su hacienda en Puerto Triunfo, Antioquia, como parte de su colección privada de animales exóticos, de manera que, tras la muerte de Escobar en 1993, los hipopótamos quedaron abandonados en la hacienda y se reprodujeron exitosamente en el hábitat colombiano (Castelblanco *et al.*, 2020).

La presencia de hipopótamos en Colombia ha generado impactos significativos en el medio ambiente, debido a que estos animales son considerados una especie invasora y su presencia ha alterado los ecosistemas de los ríos y lagunas donde habitan, ya que se ha reportado un aumento en la turbidez del agua y la sedimentación de los fondos debido a los desplazamientos y actividades de los hipopótamos, lo que afecta la calidad del agua y la supervivencia de la fauna y flora acuática (Subalusky *et al.*, 2019).

Esta especie también representa un riesgo para la salud humana. Estos animales son conocidos por su agresividad y territorialidad, lo que ha generado conflictos con la población local en áreas cercanas a los ríos y lagunas donde habitan, de hecho, los hipopótamos son portadores de enfermedades como la leptospirosis, que puede transmitirse a los humanos a través del contacto con la orina o excrementos de los animales (Monsalve y Ramírez, 2018).

Los impactos del hipopótamo también se extienden a la fauna silvestre de Colombia. La presencia de esta especie invasora ha generado la competencia por los recursos alimenticios con las especies nativas, lo que ha afectado la supervivencia de animales como los manatíes y los caimanes (Castelblanco *et al.*, 2020).

8. MARCO LEGAL

En Colombia, existen diversas normas que buscan prevenir y controlar la presencia de especies invasoras, donde establecen medidas para mitigar la introducción y propagación de estas (Tabla 1), lo cual, es importante destacar que estas normas buscan proteger la biodiversidad y la economía del país, y es responsabilidad de todos colaborar en su cumplimiento y aplicación efectiva.

Tabla 1. Normativa Colombiana relacionada con las especies invasoras

Especie	Norma	Título
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>)	Resolución 207 de 2010 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo.	Por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la Resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones.
Pez león (<i>Pterois volitans</i>)	Resolución 225 de 2018 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Por la cual se establecen directrices normativas para el manejo, control y uso sobre especies ornamentales marinas y se adoptan otras disposiciones.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>)	Resolución 654 de 2011 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se corrige la resolución No. 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la

		especie Caracol Gigante Africano (<i>Achatina fulica</i>).
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>)	Resolución 848 de 2008 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones.
Paloma doméstica (<i>Columba livia</i>)	Resolución 2674 de 2013 – Ministerio de Salud y Protección Social	Establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas. Capítulo VI. Artículo 26. Control de plagas.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) –	Ley 1774 de 2016 – Ministerio de	Modificación de la ley 84 de 1989, lo cual, establece que los animales como seres sintientes no son cosas, recibirán

<p>paloma domestica (<i>Columba livia</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)</p>	<p>Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>	<p>especial protección contra el sufrimiento y dolor, en especial, el causado directa o indirectamente por los humanos, por lo cual se tipifican como punibles algunas conductas relacionadas con el maltrato a los animales, y se establece un procedimiento sancionatorio de carácter policivo y judicial.</p>
<p>Paloma doméstica (<i>Columba livia</i>)</p>	<p>Ley 9 de 1979 – Congreso de Colombia</p>	<p>Establece las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana.</p>
<p>Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)</p>	<p>Resolución 346 de 2022 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>	<p>Por la cual se modifica el artículo 1 de la resolución 848 de 2008, adicionando la especie <i>Hippopotamus amphibius</i> (Hipopótamo común) como especie invasora en Colombia.</p>
<p>Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>) – Hipopótamo</p>	<p>Resolución 1204 de 2014 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>	<p>Establece la conformación del Comité Técnico Nacional de especies introducidas y/o trasplantadas invasoras en el territorio nacional y se reglamenta su funcionamiento.</p>

<i>(Hippopotamus amphibius)</i>		
Pez león (<i>Pterois volitans</i>)	Resolución 132 de 2010 – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por la cual se adopta el protocolo para la extracción y control de la especie exótica invasora pez león (<i>Pterois volitans</i>) en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)	Decreto 2041 de 2014 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Establece las licencias ambientales para actividades de explotación. Título II. Artículo 8. Parágrafo 4: No se podrá autorizar la introducción al país de parentales de especies, subespecies, razas o variedades foráneas que hayan sido declaradas invasoras o potencialmente invasoras por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el soporte técnico y científico de los Institutos de Investigación Científica vinculados al Ministerio.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)	Ley 1453 de 2011 – Congreso de la República	Adiciona al Código Penal el artículo 330 A, el cual establece que “quien incumpla la normatividad existente, e introduzca, trasplante, manipule, experimente, inocule, o propague especies silvestres exóticas, que

		pongan en peligro la salud humana, el ambiente, las especies de la biodiversidad colombiana, incurrirá en prisión de cuarenta y ocho (48) a ciento ocho (108) meses y multa de ciento treinta y tres puntos treinta y tres (133.33) a quince mil (15.000) salarios mínimos mensuales vigentes.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>)	Resolución 3593 de 2015 – Instituto Colombiano Agropecuario, ICA	Por medio de la cual se crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas de Colombia.
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)	Ley 1801 de 2016 – Congreso de la República	Código Nacional de Policía y Convivencia, la cual contempla en su artículo 101 comportamientos que afectan las especies de flora o fauna silvestre. En el numeral 10 se contempla la tenencia de animales silvestres en calidad de mascotas, afectándose de esta manera las especies de flora o fauna silvestre
Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>) –	Decreto 1376 de 2013 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica

<p>Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)</p>		<p>con fines de investigación científica no comercial.</p>
<p>Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)</p>	<p>Ley 2111 de 2021 – Congreso de Colombia</p>	<p>Decreta los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente.</p> <p>Artículo 328A. Tráfico de Fauna. El que trafique, adquiera, exporte o comercialice sin permiso de la autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente los especímenes, productos o partes de la fauna acuática, silvestre o especies silvestres exóticas, incurrirá en prisión de sesenta (60) a ciento treinta y cinco (135) meses y multa de trescientos (300) hasta cuarenta mil (40.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.</p> <p>Artículo 329. Manejo ilícito de especies exóticas. El que sin permiso de autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente, introduzca, trasplante, manipule, siembre, hibride, comercialice, transporte, mantenga, transforme, experimente, inocule o propague especies silvestres exóticas, invasoras, que pongan en peligro la</p>

		<p>salud humana, el ambiente o las especies de la biodiversidad colombiana, incurrirá en prisión de cuarenta y ocho (48) a ciento ocho (108) meses y multa de ciento sesenta y siete (167) a dieciocho mil setecientos cincuenta (18.750) salarios mínimos legales mensuales vigentes.</p>
<p>Caracol gigante africano (<i>Achatina fulica</i>) – Pez león (<i>Pterois volitans</i>) – paloma domestica (<i>Columba livia</i>) – Hipopótamo (<i>Hippopotamus amphibius</i>)</p>	<p>Decreto 1608 de 1978 – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible</p>	<p>Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.</p> <p>Capítulo II. Artículo 221 (13): Distribuir, comercializar, liberar, donar, regular o dispersar en cualquier forma, sin previa autorización, individuos de especies silvestres introducidas en el país y realizar trasplantes de especies silvestres por personas diferentes a la entidad administradora del recurso, o introducir especies exóticas.</p> <p>Capítulo III. Sección IV. De la caza de control. Artículo 117: sólo podrá permitirse la erradicación si se trata de especies exóticas que hayan sido introducidas voluntaria o</p>

		involuntariamente por la acción humana, cuando en uno y otro caso la magnitud de los efectos negativos de la especie o subespecie en el orden social, económico o ecológico así lo exijan.
--	--	--

9. DISEÑO METODOLOGICO

Se llevo a cabo una revisión sistemática de la literatura a partir de artículos científicos originales publicados en revistas científicas. Se consultaron las bases de datos: Scopus y la Biblioteca Virtual en Salud (BVS) que incluye LILACS, la Biblioteca Cochrane, MEDLINE y PUBMED. Adicionalmente se realizó la búsqueda de información de instituciones gubernamentales y organizaciones no gubernamentales involucradas en la gestión de las especies invasoras en Colombia.

Las palabras claves se definieron por medio de DeCS y MeSH donde se identificaron las palabras claves para obtener en las bases de datos artículos científicos relevantes para esta investigación: “especies invasoras, salud publica, *Achatina fulica*, *Pterois volitans*, *Columba livia*, Artiodáctilos y factores de riesgo” en el idioma español e inglés.

Se implemento como método técnico el análisis de riesgo cualitativo como enfoque metodológico para evaluar y categorizar los factores de riesgos de cada especie involucrada en la investigación, la evaluación del riesgo y por último el manejo y control en Colombia y en otros países en términos de salud pública, considerando que el análisis cualitativo permitió comprender los contextos, las percepciones y las interacciones sociales relacionadas con el problema.

La selección de los artículos científicos que se tomaron como criterios de inclusión:

- Cumplió con los criterios de calidad científica, realizando la búsqueda con el número electrónico ISSN de cada revista que publica los artículos científicos seleccionados en las bases de datos por medio de la página Master Journal List.
- El contenido fue referente a las especies incluidas en esta investigación o de interés en salud pública.
- De acuerdo con los criterios mencionados anteriormente los años de búsqueda fueron desde el año 2018 hasta el 2023.

Como criterios de exclusión:

- Que no cumplieran con los criterios de calidad científica.
- No fueran de interés en salud pública.
- Publicados antes del año 2018.

Una vez que se seleccionaron los artículos científicos, se realizó un análisis de la información. Se identificaron:

- El impacto en salud pública que genera cada una de las especies nombradas.
- Las enfermedades zoonóticas asociadas a cada especie, así como los factores que contribuyen a su propagación.
- Los principales métodos de manejo y control de especies.

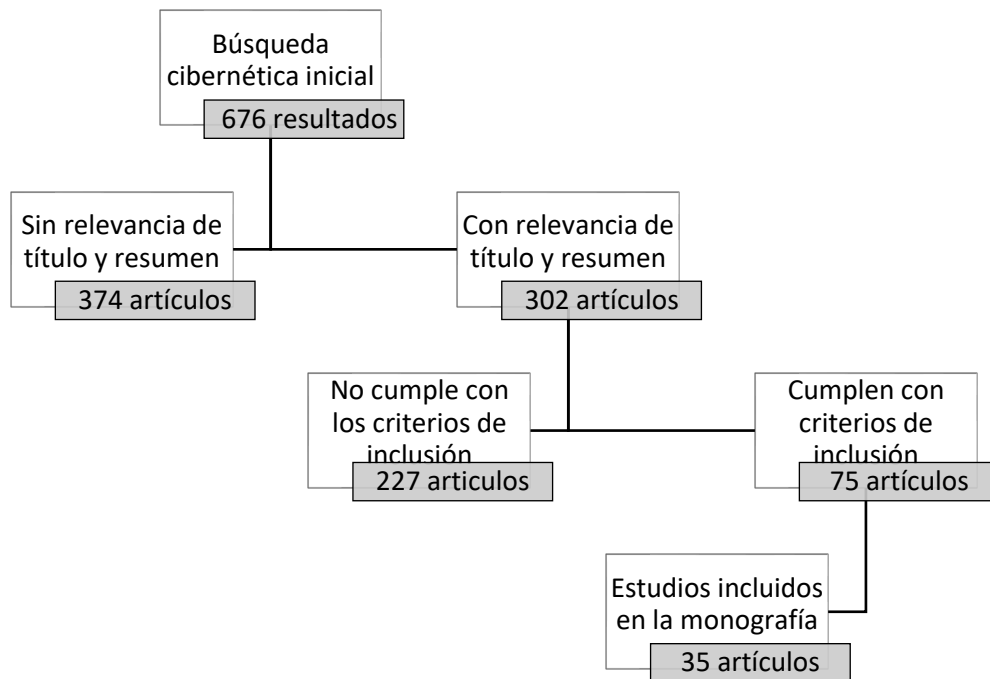


Figura 1. Organigrama de búsqueda y selección de artículos (Autores).

10. CRONOGRAMA

Fase	Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
Fase 1.	Elaboración de la propuesta												
	Envío de la propuesta para evaluación												
	Correcciones del trabajo												
	Aprobación de la propuesta												
Fase 2.	Revisión de literatura												
	Selección de artículos científicos												
	Emplear los criterios de inclusión												
	Emplear los criterios de exclusión												
	Organigrama de búsqueda y selección de artículos												
Fase 3.	Establecer impactos en salud pública de las especies invasoras incluidas en la investigación												
	Entrega trabajo final												
	Sustentación												

Tabla 2. Cronograma (Autores).

11. PRESUPUESTO

UTILIZACIÓN RECURSOS PARA LA ELABORACIÓN DE MONOGRAFÍA				
ÍTEM	CANTIDAD	TIEMPO (MES)	VALOR UNITARIO (\$)	COSTO (\$)
Alquiler de computador	2	3	\$ 200.000	\$ 1.200.000
Internet	2	3	\$ 60.000	\$ 360.000
Energía eléctrica	2	3	\$ 60.000	\$ 360.000
Honorarios personal	2	3	\$ 3.000.000	\$ 18.000.000
COSTO TOTAL				\$ 19.920.000
NOTA: Los recursos se evaluaron para el trabajo de investigación de los dos (2) autores por tres (3) meses				

Tabla 3. Presupuesto (Autores).

12. REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANALÍTICA

La búsqueda electrónica inicial en las diferentes bases de datos arrojó los siguientes resultados: se identificaron 676 referencias, de las cuales se excluyeron 374 por no tener relevancia en el título y resumen. La selección preliminar fue de 302 artículos discriminados según las bases de datos. Teniendo en cuenta que algunas de estas referencias se encuentran en más de una base de datos, el número total de artículos con relevancia en título y resumen fue de 75. Se revisaron los 75 artículos en texto completo y tras la aplicación de los criterios de selección, se incluyeron finalmente 35 artículos para esta investigación. En la figura 1 se describe el organigrama del proceso de selección de los artículos revisados.

12.1. FACTORES DE RIESGO

12.1.1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*)

12.1.1.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

Esta especie es hospedadora de diferentes microorganismos entre ellos *Angiostrongylus cantonensis*, *Angiostrongylus costaricensis*, *Aelurostrongylus abstrusus*, *Schistosoma mansoni*, *Hymenolepis spp.* y fasciola hepática, generando factores de riesgo para la infección en humanos por medio de la ingestión de caracoles, tener contacto con ellos y/o consumo de alimentos contaminados con las secreciones de los caracoles (Gonzales y Arias, 2019).

12.1.1.2. DEGRADACIÓN DEL HABITAT

Esta especie tiene una alta resistencia a variables ambientales, carece de depredadores naturales y su crecimiento corporal es acelerado. Su dieta es polífaga de más de 200 especies de plantas, entre ellas cítricos, coco, plátano, arroz, hortalizas y ornamentales, además de materia orgánica en descomposición (Gonzales y Arias, 2019).

12.1.2. Pez león (*Pterois volitans*)

12.1.2.1. RIESGOS TOXICOLÓGICOS

Se ha descubierto que el veneno del pez león causa efectos cardiovasculares, neuromusculares y citolíticos que van desde reacciones leves como hinchazón hasta dolor extremo y parálisis en las extremidades superiores e inferiores (Bédry *et al.*, 2021).

12.1.2.2. IMPACTO A LA BIODIVERSIDAD

Según (Cobián *et al.*, 2018) esta especie es reconocida como la mayor invasión marina en el Atlántico y el Caribe, donde actúa como un competidor muy efectivo que a largo plazo podría convertirse en una especie dominante que impacta la diversidad de los arrecifes coralinos, ya que según estudios experimentales controlados de campo demuestran que el pez león afecta la abundancia local de los peces nativos, lo que puede reflejarse en la diversidad de estos ecosistemas marinos.

También el aumento de densidades de la especie y las altas tasas de depredación en las que puede consumir ciertos tipos de presas preferentemente en función de sus disponibilidad o facilidad de captura, lo hace ser competidor directo de los recursos (alimento y refugio) de las especies nativas arrecifales, representando un obstáculo para la recuperación de poblaciones nativas (Figuroa *et al.*, 2021).

12.1.3. Paloma doméstica (*Columba livia*)

12.1.3.1. TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES

Según (Mia *et al.*, 2022) la paloma doméstica tiene la capacidad de actuar como vector portador de agentes zoonóticos con alta probabilidad de transmisión de patógenos entre humanos y palomas, por lo tanto, estas especies pueden ser hospederos de varios agentes infecciosos:

- Entre los patógenos virales, el virus de Newcastle, los virus corona (CoV) y la influenza aviar (siendo un problema de salud pública mundial por la circulación continua de varias cepas como H5N1, H5N2, H5N8 y H7N8) (Mia *et al.*, 2022).
- Entre las enfermedades bacterianas, las especies de *Campylobacter*, *Escherichia coli* y de *Salmonella* que se asocian principalmente con gastroenteritis aguda grave, también *Coxiella burnetii* como agente causal de la fiebre Q y *Chlamydia psittaci* que es responsable de la infección del tracto respiratorio en humanos llamado comúnmente “psitacosis humana” (Mia *et al.*, 2022).
- Como especies parasitarias, el *Toxoplasma gondii* es uno de los parásitos coccidios más graves que infectan a los humanos, pero solo se transmite en países donde se consume su carne cruda o mal cocinada con ooquistes de *Toxoplasma*. También puede transmitir *Enterocytozoon bieneus*, *Haemoproteus columbae* y *Neospora caninum*, aunque estas especies son de baja prevalencia (Mia *et al.*, 2022).
- Entre las especies fúngicas, el hongo levaduriforme *Cryptococcus neoformans* presente en las heces de las palomas que habitan en zonas urbanas y que pueden ser resistentes a fármacos como el fluconazol e itraconazol, hay que resaltar que la mayoría de las personas que presentan la enfermedad están inmunocomprometidas (Huamán *et al.*, 2018).

12.1.3.2. ALTOS COSTOS

Las palomas domésticas pueden causar daños a edificios, monumentos y estructuras con sus nidos y excrementos ya que las heces de las palomas contienen ácido úrico, que puede corroer materiales como el metal y el concreto (Seas *et al.*, 2022). Los nidos pueden obstruir sistemas de drenaje y ventilación, lo que puede llevar a problemas de filtraciones y deterioro estructural, por lo tanto, las palomas pueden causar daños a edificios, monumentos y estructuras con sus nidos y excrementos (Ramos *et al.*, 2021).

El control de las poblaciones de palomas domésticas puede ser costoso ya que se requieren estrategias, métodos efectivos y éticos para controlar su reproducción y propagación, donde se puede incluir la implementación de programas de esterilización, la instalación de barreras físicas y el uso de métodos de disuasión adecuados (Khan *et al.*, 2020).

12.1.3.3. COMPETENCIAS POR RECURSOS

Las palomas domésticas pueden competir con aves nativas por alimento y hábitats ya que su alta densidad de población y adaptabilidad les permite ocupar nichos ecológicos que podrían ser utilizados por otras especies y esto puede llevar a una disminución de la disponibilidad de alimento y hábitats para las especies nativas, lo que puede afectar su supervivencia y diversidad (Walteros *et al.*, 2021).

12.1.4. Hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)

12.1.4.1. EFECTOS EN EL ECOSISTEMA

Según (McCauley *et al.*, 2018) la abundancia de esta especie precipita los cambios morfológicos de ciertas especies de plantas, lo cual, altera la estructura de las comunidades vegetales (por ejemplo, cambios en la altura de los pastizales), también genera cambios en la composición de nutrientes del suelo y signos tempranos de invasión de maleza, por lo tanto, esto causa cambios en el uso del hábitat por parte de las especies nativas.

Se destaca que los hipopótamos afectan la calidad del agua debido a la excreción de grandes cantidades de materia orgánica y nutrientes, que en altos niveles de carga provocan eutrofización e hipoxia cambiando el sistema de un estado aeróbico a uno anaeróbico, por lo tanto, si la calidad del agua presenta este estado crítico la tasa de mortalidad de especies acuáticas es exponencial (Dutton *et al.*, 2018). También pueden competir con otras especies por recursos y ser depredadores de algunas especies impactando el correcto funcionamiento del ecosistema (Shurin *et al.*, 2020).

12.1.4.2. DAÑOS SOCIALES

Dado que en Colombia no se han reportado muertes asociadas con esta especie, ha habido informes de medios de comunicación sobre ataques y lesiones a los humanos además de daños a la propiedad y denuncias de cortes de acceso a áreas de ríos debido al acoso de los hipopótamos, por lo tanto, el

continuo crecimiento de la población generando un mayor riesgo para la salud pública (Doornbos, 2023).

Existe una problemática de criminalidad ya que esta especie sufre de trafico de vida silvestre vendiendo hipopótamos bebés, esto conlleva a que la invasión se puede desplazar a otras áreas creando un problema de especies invasoras mucho más grande (Doornbos, 2023).

12.2. MATRIZ DEL RIESGO

En la matriz de riesgo se llevó a cabo a partir de los factores del riesgo citados anteriormente de cada especie invasora incluida en la investigación citados anteriormente.

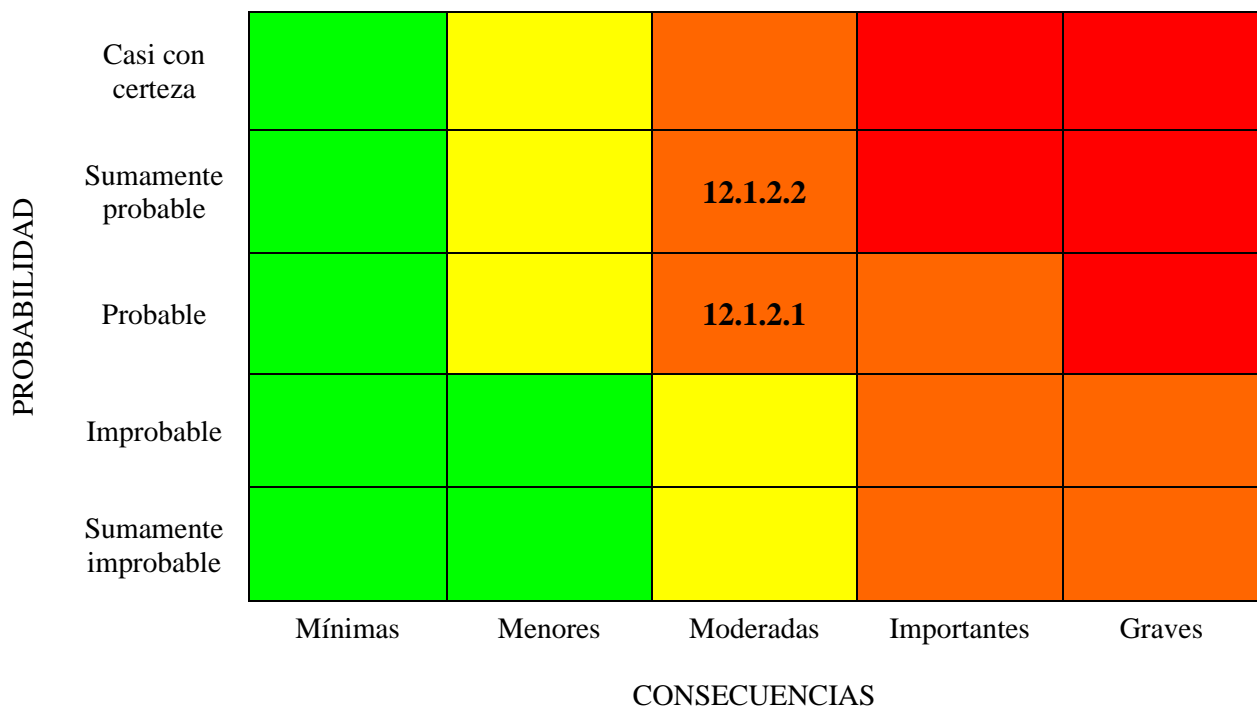
12.2.1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*)

PROBABILIDAD	Casi con certeza					
	Sumamente probable			12.1.1.2		
	Probable			12.1.1.1		
	Improbable					
	Sumamente improbable					
		Mínimas	Menores	Moderadas	Importantes	Graves
		CONSECUENCIAS				

RIESGOS	EXPOSICIÓN	AMENAZA	ENTORNO
12.1.1.1 Transmisión de enfermedades	la presencia de la especie en las ciudades y áreas urbanas aumenta la exposición de la población a los riesgos asociados con la especie	Esta especie es conocida por ser un vector de enfermedades como la meningoencefalitis eosinofílica y la angiostrongiliasis abdominal, lo que representa un riesgo para la salud humana.	la invasión de esta especie en Colombia se debe en gran medida a la falta de control y monitoreo por parte de las autoridades ambientales y la falta de conciencia pública sobre los riesgos asociados con esta especie.
12.1.1.2 Degradación del hábitat	Esta especie se ha establecido en varias regiones de Colombia, incluyendo los departamentos de Antioquia, Bolívar, Cauca, Córdoba, Magdalena, Sucre y Valle del Cauca. Estas áreas presentan un alto riesgo de exposición debido a la presencia de hábitats adecuados para su supervivencia y reproducción, tales como bosques, zonas húmedas y cultivos agrícolas. Además, la	Su capacidad de reproducción es muy alta, lo que aumenta su capacidad de colonizar nuevos territorios y su impacto negativo en la fauna y flora nativas.	La deforestación y otros cambios en el uso del suelo han creado hábitats adecuados para esta especie, lo que ha facilitado su propagación. La falta de recursos y la falta de coordinación entre las autoridades también han contribuido a la falta de medidas efectivas para controlar la invasión de esta especie.

	presencia de la especie en las ciudades y áreas urbanas aumenta la exposición de la población a los riesgos asociados con esta especie.		
--	---	--	--

12.2.2. Pez león (*Pterois volitans*)



RIESGOS	EXPOSICIÓN	AMENAZA	ENTORNO
12.1.2.1 Riesgos toxicológicos	Hay un riesgo de exposición, aunque las interacciones entre el humano y el pez león son poco frecuentes. El	Las toxinas del pez león pueden llegar a causar graves problemas de salud a las personas que tengan contacto directo	La mayoría de las prácticas de pesca y manejo del pez león son inadecuadas por falta de divulgación a la

	consumo de este pez como manejo y control poblacional debe ser muy detallado en cuanto a su manera de caza y preparación.	con las espinas de este o por la ingestión de carne y la preparación no sea la idónea.	población sobre la concientización de estas prácticas y el método de preparación de la carne.
12.1.2.2 Impacto a la biodiversidad	El pez león es una especie invasora que puede generar desequilibrio a los ecosistemas marinos y daños a la biodiversidad	Esta especie es altamente voraz de las especies nativas y sus alevines generando problemas en la reproducción de las especies autóctonas y por ende a las poblaciones que se dedican a la pesca	Por falta de un depredador natural la población del pez león sigue en aumento creando un desbalance ambiental en su entorno y también pérdidas económicas

12.2.3. Paloma doméstica (*Columba livia*)

PROBABILIDAD	Casi con certeza				12.1.3.2	12.1.3.1
	Sumamente probable			12.1.3.3		
	Probable					
	Improbable					
	Sumamente improbable					
		Mínimas	Menores	Moderadas	Importantes	Graves
		CONSECUENCIAS				

RIESGOS	EXPOSICIÓN	AMENAZA	ENTORNO
12.1.3.1 Transmisión de enfermedades	La presencia de esta especie en las áreas urbanas y periurbanas aumenta la exposición de la población a los riesgos asociados con la paloma doméstica	la paloma doméstica puede transmitir enfermedades zoonóticas a los seres humanos, lo que representa un riesgo para la salud pública	la alimentación artificial y la falta de depredadores naturales han contribuido a la expansión de la población de palomas domésticas en las áreas urbanas y la falta de recursos y coordinación entre las autoridades también han contribuido a la falta de medidas efectivas para controlar la invasión de la paloma doméstica
12.1.3.2 Altos costos	Edificios, monumentos y estructuras están expuestos a los daños causados por las palomas, especialmente si se encuentran en áreas con una alta densidad de población de aves. La exposición de la población humana a los patógenos transportados por las palomas puede ser alta si hay una interacción cercana con	La alta densidad de palomas genera la transmisión de enfermedades, los daños a la infraestructura, la capacidad de reproducción rápida y la formación de grandes colonias	Los altos costos asociados a la presencia de palomas domésticas en términos de salud pública pueden afectar a sectores como la atención médica, el tratamiento de enfermedades transmitidas por palomas, limpieza y mantenimiento de estructuras

	las aves y sus excrementos.		
12.1.3.3 Competencias por recursos	Se ha establecido en varias regiones de Colombia, incluyendo las áreas urbanas y rurales. Estas áreas presentan un alto riesgo de exposición a la paloma doméstica debido a su capacidad de adaptación a una amplia variedad de hábitats y su alta tasa de reproducción	Esta especie invasora es conocida por su capacidad de competir por recursos con las especies nativas, lo que puede afectar negativamente a la fauna y flora locales	La invasión de la paloma doméstica en Colombia se debe en gran medida a la falta de control y monitoreo por parte de las autoridades ambientales y la falta de conciencia pública sobre los riesgos asociados con esta especie.

12.2.4. Hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)

PROBABILIDAD	Casi con certeza			12.1.4.1		
	Sumamente probable					
	Probable			12.1.4.2		
	Improbable					
	Sumamente improbable					
		Mínimas	Menores	Moderadas	Importantes	Graves
		CONSECUENCIAS				

RIESGOS	EXPOSICIÓN	AMENAZA	ENTORNO
12.1.4.1 Efectos en el ecosistema	Los hipopótamos se han detectado en varias regiones de Colombia, incluyendo el río Magdalena y sus afluentes. Estas áreas presentan un alto riesgo de exposición a los hipopótamos debido a su capacidad de adaptación a una amplia variedad de hábitats acuáticos y su alta tasa de reproducción	Esta especie invasora es conocida por su capacidad de competir por recursos con las especies nativas, alterar los ecosistemas acuáticos	La invasión del hipopótamo en Colombia se debe en gran medida a la introducción intencional por parte del narcotraficante Pablo Escobar en la década de 1980. La falta de control y monitoreo por parte de las autoridades ambientales y la falta de conciencia pública sobre los riesgos asociados con esta especie también han contribuido a su propagación
12.1.4.2 Daños sociales	La presencia de esta especie en las áreas rurales aumenta la exposición de la población a los riesgos asociados con el hipopótamo	los hipopótamos pueden ser agresivos y peligrosos para los humanos que entran en contacto con ellos, lo que representa un riesgo para la seguridad pública	La falta de recursos y la falta de coordinación entre las autoridades han contribuido a la falta de medidas efectivas para controlar la invasión del hipopótamo

12.3. MANEJO Y CONTROL EN COLOMBIA

12.3.1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*)

Una de las estrategias utilizadas es la recolección manual de individuos, especialmente en áreas donde su presencia es más alta y se realiza con el objetivo de reducir la población y evitar su dispersión a nuevas áreas, sin embargo, se ha observado que la recolección manual puede ser un desafío debido a la alta tasa de reproducción y dispersión de esta especie (Patiño y Giraldo., 2020).

Al realizar la colecta manual de esta especie se realiza el sacrificio por medio de sal común, cal, o químicos como el metaldehído, y como disposición final se dan varias opciones como la incineración, la hidrólisis alcalina, celda de seguridad en relleno sanitario y/o enterramiento in situ (Patiño y Giraldo, 2018).

12.3.2. Pez león (*Pterois volitans*)

El manejo y control más utilizado son los torneos de cacería en las escuelas de buceo y pesca tradicional de toldillo, después de la captura se realiza como disposición final la preparación para consumo humano, también las aletas y espinas son utilizadas para el arte de la bisutería (Chasqui *et al.*, 2020).

12.3.3. Paloma doméstica (*Columba livia*)

No se evidencian artículos científicos con los criterios de inclusión establecidos en la presente investigación sobre el manejo y control actual de esta especie en Colombia.

Actualmente no se tiene un estimado de población de palomas, ni una tasa de crecimiento estimada, solo se percibe un incremento visual (Redondo *et al.*, 2018).

12.3.4. Hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)

Actualmente en Colombia no se ha establecido el manejo y control de la especie, sin embargo, debido a los daños y riesgos más amplios asociados con la especie, en marzo de 2022 los hipopótamos fueron etiquetados oficialmente como una especie invasora que debe ser gestionada y controlada para evitar impactos y daños ambientales más amplios por parte del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (Doorbos, 2023).

12.4. MANEJO Y CONTROL EN OTROS PAÍSES

12.4.1. Caracol gigante africano (*Achatina fulica*)

Se han investigado diferentes extractos de plantas como método molusquicida para el manejo y control poblacional de la especie, por ejemplo, las hojas, corteza y la raíz de la planta titepati con hojas de neem aumentan la mortalidad de huevos de caracol gigante africano (Magar *et al*, 2023).

También se han evaluado la instalación de barreras físicas como cercas o trincheras, lo cual, puede ser una estrategia efectiva para limitar la dispersión del caracol gigante africano a nuevas áreas. Estas barreras pueden ser combinadas con fosos y barreras químicas para mejorar su eficacia (Roda *et al.*, 2018).

12.4.2. Pez león (*Pterois volitans*)

Se han llevado a cabo la caza mediante arpones y/o redes por buzos entrenados o voluntarios siendo un método efectivo para mantener la población de esta especie en los arrecifes locales en densidades relativamente inocuas (Simberloff., 2021).

Steve Gittings, científico jefe de los Santuarios Marinos Nacionales de la NOAA, diseñó la trampa para atrapar la especie del pez león, que tienen mordazas articuladas que permiten que la trampa permanezca cerrada y viaje verticalmente a través del agua y luego se abra en la parte inferior, siendo una propuesta de captura innovadora para la extracción del pez león en aguas profundas,

donde la trampa de Gittings plegable, está diseñada para permitir que la especie y otras se muevan libremente sobre la huella de la trampa y después se cierran (Harris *et al.*, 2020).

12.4.3. Paloma doméstica (*Columba livia*)

Se ha implementado el uso de trampas de jaula siendo útil y efectivo para reducir las poblaciones locales de palomas en áreas urbanas aisladas con baja densidad como método de control en zonas residenciales (Farfán *et al.*, 2019).

También se han hecho estudios sobre el uso de nicarbazin (NCZ) para el control de fertilidad de esta especie y así reducir su población sin impactar otras especies proporcionando un método ético para gestionar poblaciones sobreabundantes (González y Lavín., 2022).

12.4.4. Hipopótamo (*Hippopotamus amphibius*)

No se evidencian artículos científicos con los criterios de inclusión establecidos en la presente investigación sobre el manejo y control actual de esta especie en otros países, sin embargo, se plantean estrategias teóricas sobre el control poblacional de la especie como un modelamiento predictivo que son la esterilización/castración en la que puede causar el retraso de crecimiento poblacional y la gestión de extracción en la que implica la translocación de animales esterilizados/castrados a áreas controladas (por ejemplo, con cercas eléctricas y trincheras profundas) (Castelblanco *et al.*, 2021).

13. DISCUSIÓN

Leyva *et al.*, (2020) han investigado la capacidad del caracol gigante africano para transmitir enfermedades como la meningitis eosinofílica. Según su estudio, se ha observado un aumento significativo de casos de meningitis en áreas donde esta especie se ha establecido. Esto respalda la idea de que el caracol gigante africano representa una amenaza real para la salud pública en Colombia. Por otro lado, Placeres *et al.*, (2020) discuten las estrategias de control y manejo que se pueden implementar para reducir la población de este caracol invasor y minimizar su impacto en la salud pública. Su investigación señala la importancia de implementar medidas de control efectivas y educación pública para concientizar a la población sobre los riesgos asociados con esta especie invasora. Consideramos que es crucial implementar medidas de control y educación pública para concientizar a la población sobre los riesgos asociados con esta especie invasora y promover prácticas adecuadas de manejo (Autores).

Cobián *et al.*, (2018) estudiaron como el pez león ha desplazado a especies nativas y ha alterado los ecosistemas coralinos, lo que puede tener consecuencias negativas para la pesca y el turismo y Bédry *et al.*, (2021) han discutido el impacto del pez león en la salud pública, específicamente en relación con las lesiones que puede causar a los pescadores y bañistas debido a sus espinas venenosas. Los estudios de estos autores destacan la importancia de implementar medidas de prevención y educación para evitar lesiones y proteger la salud pública en áreas donde esta especie invasora está presente y también el manejo y control de la población de pez león para mitigar su impacto en los ecosistemas marinos (Autores).

Mía *et al.*, (2022) indagaron la alta prevalencia de enfermedades transmitidas por palomas en áreas urbanas. Igual que Walteros *et al.*, (2021) han identificado la presencia de palomas en entornos urbanos y su relación con la transmisión de enfermedades respiratorias. Estas investigaciones enfatizan la necesidad de implementar programas de control de palomas en áreas urbanas para reducir los riesgos para la salud pública. Esto podría incluir medidas de manejo de poblaciones y la promoción de métodos de control no letales (Autores).

McCauley *et al.*, (2018) han estudiado los daños significativos que los hipopótamos causan al ecosistema en alta densidad poblacional, sin embargo, Doornbos., (2023) resalta el comportamiento agresivo de los hipopótamos y su amenaza para la seguridad de las comunidades cercanas a su hábitat. Consideramos que es esencial implementar estrategias de manejo y control, como la captura y traslado a áreas adecuadas, para minimizar su impacto en la salud pública y en los ecosistemas acuáticos y también implementar programas de vigilancia y educación para evitar el contacto directo con estos animales y proteger la salud pública. (Autores).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El caracol gigante africano por su rápida reproducción, las altas pérdidas económicas y la capacidad de transmitir enfermedades zoonóticas ha generado preocupación en las comunidades afectadas, lo cual, es crucial implementar más medidas de control, como las citadas en esta monografía además de concientizar la población para minimizar su propagación y reducir el riesgo.

El pez león es una especie donde sus toxinas son altamente nocivas y puede causar graves lesiones en los seres humanos, su rápida proliferación amenaza la biodiversidad marina, es importante promover la pesca controlada y la educación sobre los riesgos asociados con esta especie para proteger la salud pública y los ecosistemas.

Las palomas domésticas son comunes en muchas ciudades, su proliferación descontrolada en Colombia ha generado problemas de salud pública. Estas aves pueden transmitir enfermedades a través de sus excrementos, afectando especialmente a personas con sistemas inmunológicos comprometidos. La implementación de medidas de control de población y la concientización sobre los riesgos sanitarios asociados son esenciales para mitigar estos impactos.

El hipopótamo en alta densidad poblacional puede generar daños ambientales en forma significativa, además, su agresividad representa un peligro para las comunidades cercanas, la transmisión de enfermedades (brucelosis, ántrax, tuberculosis y paratuberculosis) y el tráfico ilegal de esta especie, por lo tanto, es primordial realizar estudios epidemiológicos en Colombia sobre la situación actual de la transmisión de enfermedades, desarrollar estrategias eficaces y estrictas de manejo y control de población para minimizar el riesgo para la salud pública y proteger la biodiversidad.

La colaboración entre los entes gubernamentales, científicos y comunidades locales es fundamental para lograr la preservación del equilibrio en los ecosistemas, el medio ambiente y la protección de la salud humana, implementando medidas de control para abordar este desafío de manera efectiva

y sostenible, con la creación de normatividad además de generar recursos para las diferentes medidas de control.

15. LISTA DE REFERENCIAS

- Acero, A., Bustos, D., Pabón, P., Polo, C., Sanjuan, A. (2018). Feeding Habits of *Pterois volitans*: A New Threat to Caribbean Coral Reef Biodiversity. *Impacts of Invasive Species on Coastal Environments*, 9, 269-314.
- Albins, M., Hixon, M. (2013). Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes*, 96(10-11), 1151-1157.
- Alonso, A., Castro, P. (2015). Las invasiones biológicas y su impacto en los ecosistemas. *Ecosistemas*, 24(1), 1-3.
- Bayraktarov, E., Alarcón, J., Polanco, A., Wild, C. (2014). Spatial and temporal distribution of the invasive lionfish *Pterois volitans* in coral reefs of Tayrona National Natural Park, Colombian Caribbean. *PeerJ*, 2, E397.
- Bédry, R., Haro, L., Bentur, Y., Senechal, N., Galil, B. (2021). Toxicological risks on the human health of populations living around the Mediterranean Sea linked to the invasion of non-indigenous marine species from the Red Sea: A review. *Toxicon*, 191, 69-82.
- Blakeway, R., Foog, A., Jones, G. (2021). Oldest Indo-Pacific Lionfish (*Pterois volitans*/*P. miles*) Recorded from the Northwestern Gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 32 (1), GCFI1-GCFI4.
- Blakeway, R., Fogg, A., Johnston, M., Rooker, J., Jones, G. (2022). Key life history attributes and removal efforts of invasive Lionfish (*Pterois volitans*) in the flower garden banks national marine Sanctuary, Northwest Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 9, 774407.
- Bleier, M. (2021). Should we bother to practice ecological responsibility?. *Cultural Studies of Science Education*, 16, 783-803.

- Burgos, J. (2020). Federal legal authorities for the early detection of and rapid response to invasive species. *Biological Invasions*, 22, 129-146.
- Cáceres, H., Kark, S., Atkinson, S., Possingham, H., Davis, K. (2019). Integrating local knowledge to prioritise invasive species management. *People and Nature*, 1(2), 220– 233.
- Castelblanco, D., Moreno, R., Velasco, J., Moreno, J., Restrepo, S., Noguera, E. et al. (2020). A hippo in the room: Predicting the persistence and dispersion on an invasive mega-vertebrate in Colombia, South America. *Biological Conservation*, 253, 108923.
- Chaparro, S., Lopera, A., Stiles, F. (2018). Aves del departamento de Cundinamarca, Colombia: conocimiento, nuevos registros y vacíos de información. *Biota Colombiana*, 19(1), 160-189.
- Chasqui, L., Rincón, N., Vanegas, M. (2020). Abundancia del pez león invasor *Pterois volitans* en los arrecifes de coral costeros del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49(1), 157-170.
- Chinchio, E., Romeo, C., Crotta, M., Ferrari, N. (2022). Knowledge gaps in invasive species infections: Alien mammals of European Union concern as a case study. *The Science of the total environment*, 846, 157448.
- Cobián, D., Schmitter, J., Aguilar, A., Aguilar, C., Ruiz, M., Gonzáles, G. et al. (2018). Diversidad de las comunidades de peces en dos áreas marinas protegidas del Caribe y su relación con el pez león. *Revista de Biología Tropical*, 66(1), 189-203.
- Congreso de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979 por la cual se dictan medidas sanitarias. Colombia.
- Congreso de Colombia. (2011). Ley 1453 de 2011 por medio de la cual se reforma el Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad. Colombia.
- Congreso de Colombia. (2016). Ley 1774 de 2016 por medio de la cual se modifican el Código Civil, la Ley 84 de 1989, el código penal, el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones. Colombia.

- Congreso de la República. (2016). Ley 1801 de 2016 por la cual se expide el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana. Colombia.
- Congreso de Colombia. (2021). Ley 2111 de 2021 por medio del cual se sustituye el título XI "de los delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente" de la Ley 599 de 2000, se modifica la Ley 906 de 2004 y se dictan otras disposiciones. Colombia.
- Cuthbert, R., Diagne., C., Haubrock, P., Turbelin, A., Courchamp, F. (2022). Are the “100 of the worst” invasive species also the costliest?. *Biological Invasions*, 24, 1895-1904.
- Díaz, E., Hunter, M. (2019). Life history, genetics, range expansion and new frontiers of the lionfish (*Pterois volitans*, Perciformes: *Pteroidae*) in Latin America. *Regional Studies in Marine Science*, 31, 100793.
- Doornbos, E. (2023). Colombian Hippos and Species Management: Exploring the Legal Case Surrounding the Management and Control of the Colombian Hippos from a Species Justice Perspective. *Laws*, 12(2), 29.
- Dutton, C., Subalusky, A., Hamilton, S., Rosi, E., Post, D. (2018). Organic matter loading by hippopotami causes subsidy overload resulting in downstream hypoxia and fish kills. *Nature Communications*, 9, 1951.
- Eddy, C., Pitt, J., Larkum, J., Altabet, M., Bernal, D. (2020). Stable Isotope ecology of Invasive Lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) in Bermuda. *Frontiers in Marine Science*, 7, 1-13.
- Escobar, R., Leiva, L., Sorí, Y. (2015). Pez león (*Pterois volitans*) y su impacto en la salud humana. *Gaceta Médica Espirituana*, 17(1), 82-92.
- Farfán, M., Díaz, F., Duarte, J., Real, R. (2019). Feral pigeon (*Columba livia* var. *domestica*) management in low-density urban areas: prevention is better than cure. *Urban Ecosystems*, 22, 1027-1035.
- Figuroa, N., Rodríguez, J., Brante, A. (2021). Abundancia y ecología trófica del pez león, *Pterois volitans*, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela, mar Caribe Sur. *Revista de biología marina y oceanografía*, 56(2), 134-144.

- Friedman, M., Fernandez, M., Backer, L., Dickey, R., Bernstein, J., Schrank, K. et al. (2017). An updated review of Ciguatera Fish Poisoning: Clinical, Epidemiological, Environmental, and Public Health Management. *Marine Drugs*, 15(3), 72.
- Garcés, M., Patiño, A., Gómez, M., Giraldo, A., Bolívar, W. (2016). Sustancias alternativas para el control del caracol africano (*Achatina fulica*) en el Valle de Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1), 44-52.
- Gargiulo, A., Russo, T., Schettini, R., Mallardo, K., Calabria, M., Menna, L. et al. (2014). Occurrence of enteropathogenic bacteria in urban pigeons (*Columba livia*) in Italy. *Vector Borne Zoonotic Disease*, 14(4), 251-255.
- Giraldo, A., Patiño, A., Lozano, R., Garcés, M. (2022). Distribución potencial del caracol gigante africano (*Achatina fulica* Bowdich 1822) en Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 26(2), 261–273.
- Gonzáles, J., Arias, A. (2019). El caracol gigante africano (*Achatina fulica*) y sus efectos en la salud humana. *Multimed Revista Médica Granma*, 23(4), 840-853.
- González, C., Lavín, S. (2022). Use of Fertility Control (Nicarbazin) in Barcelona: An Effective yet Respectful Method towards Animal Welfare for the Management of Conflictive Feral Pigeon Colonies. *Animals*, 12(7), 856.
- Harris, H., Fogg, A., Gittings, S., Ahrens, R., Allen, M., Patterson, W. (2020). Testing the efficacy of lionfish traps in the northern Gulf of Mexico. *PLoS ONE*, 15(8), e0230985.
- Henoa, E., Cantera, J., Rzymiski, P. (2020). Conserving the Amazon River Basin: The case study of the Yahuaraca Lakes System in Colombia. *Science of The Total Environment*, 724, 138-186.
- Huamán, A., Béjar, V., Sáez, G., Guevara, J., Sevilla, R., Tapia, M. et al. (2018). *Cryptococcus neoformans* en heces de palomas (*Columba livia*) en Lima Metropolitana. *Revista Medica Herediana*, 29(2), 85-89.

- Instituto Colombiano Agropecuario. (2015). Resolución 3593 de 2015 por medio de la cual se crea el mecanismo para establecer, mantener, actualizar y divulgar el listado de plagas reglamentadas en Colombia. Colombia.
- Khan, S., Kaur, K., Dar, A. (2020). Impact of urbanization on Avian community structure in India: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6), 423-431.
- Leyva, L., Mejjides, C., Ramos, A., Dorta, A. (2020). Particularidades de la meningoencefalitis eosinofílica en la era del caracol gigante africano. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 39(2), e578.
- López, A. (2018). Meningitis eosinofílica causada por *Angiostrongylus cantonensis*: SOS Caracol Gigante Africano. *Convención Internacional de Salud*, 7.
- Lugones, M., Ramírez, M. (2016). Daños a la agricultura, el medio ambiente y la salud ocasionados por el caracol gigante africano. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 54(2), 53-61.
- Magar, R., Sharma, H., Sharma, S., Belant, J. (2023). Use of plant extracts to control activities of the invasive giant African land snail *Achatina fulica*. *Geographical Journal of Nepal*, 16(01), 111–126.
- McCauley, D., Graham, S., Dawson, T., Power, M., Ogada, M., Nyingi, W. et al. (2018). Diverse effects of the common hippopotamus on plant communities and soil chemistry. *Oecologia*, 188(3), 821-835.
- Mia, M., Hasan, M., Hasnath, R. (2022). Global prevalence of zoonotic pathogens from pigeon birds: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*, 8, e09732.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1978). Decreto 1608 de 1978 por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre. Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Resolución 848 de 2008 por la cual se declaran unas especies exóticas como invasoras y se señalan las especies introducidas

irregularmente al país que pueden ser objeto de cría en ciclo cerrado y se adoptan otras determinaciones. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010a). Resolución 132 de 2010 por la cual se adopta el protocolo para la extracción y control de la especie exótica invasora Pez León (*Pterois volitans*) en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010b). Resolución 207 de 2010 por la cual se adiciona el listado de especies exóticas invasoras declaradas por el artículo primero de la resolución 848 de 2008 y se toman otras determinaciones. Colombia.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). Resolución 654 de 2011 por la cual se corrige la Resolución número 0848 del 23 de mayo de 2008 y se adoptan las medidas que deben seguir las autoridades ambientales, para la prevención, control y manejo de la especie Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*). Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Decreto 1376 de 2013 por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial. Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Resolución 2674 de 2013 por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014a). Decreto 2041 de 2014 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014b). Resolución 1204 de 2014 por la cual se conforma el Comité Técnico Nacional de Especies Introducidas y/o Trasplantadas invasoras en el territorio nacional y se reglamenta su funcionamiento. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 225 de 2018 por la cual se establecen directrices normativas para el manejo, control y uso sobre especies ornamentales marinas y se adoptan otras disposiciones. Colombia.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Resolución 346 de 2022 por la cual se modifica el artículo 1° de la Resolución No. 848 de 2008, adicionando la especie *Hippopotamus amphibius* (Hipopótamo común) y se toman otras determinaciones. Colombia.
- Monsalve, S., Ramírez, A. (2018). Current status of hippos (*Hippopotamus amphibius*) in Colombia: 2018. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 13(3), 338-346.
- Mourao, E. (2016). Salud humana y efectos ambientales derivados de la presencia de palomas en el entorno urbano. *Revista Multidisciplinar Científica Centro de Conocimiento*, 2(1), 106-128.
- Patiño, A., Giraldo, A. (2018). Valoración de metodología alternativa para el control del caracol gigante africano (*Achatina fulica*). *Boletín Científico Museo Histórico Natural Universidad de Caldas*, 22(2), 183-192.
- Patiño, A., Giraldo, A. (2020). Diez años del caracol gigante africano en Colombia: revisión de la investigación y divulgación desarrollada entre 2008-2017. *Ecología Austral*, 30(1), 125-133.
- Pavanelli, G., Yamaguchi, M., Calaca, E., Oda, F. (2017). Scientometrics of zoonoses transmitted by the giant African snail *Achatina fulica* Bowdich, 1822. *Revista de Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 59, e15.
- Placeres, J., Cabrera, M., Cepero, N., Gomez, E., Rivero, J., Olivares, A. (2020). Educar y promover salud, estrategia para eliminar el caracol gigante africano de forma conjunta en las comunidades. *Revista Médica Electrónica*, 42(4), 2163-2168.
- Ramos, J., Jerí, I., Villar, J. (2021). La paloma (*Columba livia* Gmelin, 1789): biología, deterioro estructural y principales enfermedades zoonóticas. *Revista Biotiempo*, 18(2), 235-252.
- Redondo, J., Vega, D., Rojas, A. (2018). Modelación del control de la población del control de palomas (*Columba livia*) en la plaza de bolívar en Bogotá. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 8-15.
- Roda, A., Yong, M., Donner, B., Dickens, K., Howe, A., Sharma, S. et al. (2018). Designing a trapping strategy to aid Giant African Snail (*Lissachatina fulica*) eradication programs. *PLoS ONE*, 13(9), e0203572.

- Sánchez, F., Man, F. (2015). Prevalencia del nemátodo *Angiostrongylus cantonensis* en el Caracol Gigante Africano (*Achatina fulica*), en el período 2012 y 2013 en varios sectores de la ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 9(1), 5-13.
- Sanjuan, A., Bustos, D., Polo, C., Henao, A., Marrugo, M., Delgado. et al. (2022). Biología y ecología del del pez león (*Pterois volitans*) en el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 51(1), 75-98.
- Sarma, R., Munsu, M., Ananthram, A. (2015). Effect of Climate Change on Invasion Risk of Giant African Snail (*Achatina fulica* Férussac, 1821: *Achatinidae*) in India. *PloS one*, 10(11), e0143724.
- Seas, C., Quesada, S., Barrientos, Z. (2022). Efecto de la infraestructura y usuarios de parques urbanos en las poblaciones de la Paloma *Columba livia* (Columbiformes: *Columbidae*) en Costa Rica (2014-2020). *El Hornero*, 37(2), 237-242.
- Serna, B., Guzmán, D., Forero, M., Escandón, P., Sánchez, Z. (2021). Environmental Status of *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii* in Colombia. *Environmental and Ecological Interactions of Fungi*, 7(6), 410.
- Shapiro, M., Kronenberg, Z., Li, C., Domyan, E., Pan, H., Campbell, M. et al. (2013). Genomic diversity and evolution of the head crest in the rock pigeon. *Science*, 339(6123), 1063-1067.
- Shurin, J., Aranguren, N., Duque, D., Echeverri, D., Jones, N., Laverde, O. et al. (2020). Ecosystem effects of the world's largest invasive animal. *Ecology*, 101(5), e02991.
- Silva, G., Thiengo, S., Sierpe, V., Rego, M., Silva, A., Rodriguez, P. et al. (2022). The invasive giant African land snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: *Pulmonata*): global geographical distribution of this species as host of nematodes of medical and veterinary importance. *Journal of Helminthology*, 96, E86.
- Simberloff, D. (2014). Biological invasions: What's worth fighting and what can be won?. *Ecological Engineering*, 65, 112-121.

- Simberloff, D. (2021). Maintenance management and eradication of established aquatic invaders. *Hydrobiologia*, 848, 2399-2420.
- Siqueira, W., Paiva, D., Vilela, B., Pereira, D., Pires, J., Sabino, M. (2022). How Will the Distributions of Native and Invasive Species Be Affected by Climate Change? Insights from Giant South American Land Snails. *Diversity*, 14(6), 467.
- Subalusky, A., Anderson, E., Jiménez, G., Post, D., Echeverri, D., García, S. et al. (2019). Potential ecological and socio-economic effects of a novel megaherbivore introduction: The hippopotamus in Colombia. *Oryx*, 55(1), 105-113.
- Torres, A., Blanco, K., Rodríguez, C., Duarte, F., Jiménez, M., Esperón, F. (2018). Zoonotic agents in feral pigeons (*Columba livia*) from Costa Rica: Possible improvements to diminish contagion risk. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 18(1), 49-54.
- Walteros, H., Hernández, M., Góngora, A., Parra, J., Chaparro, J. (2021). Identificación de ecto y endoparásitos en palomas domésticas (*Columba livia*) del área urbana de Villavicencio, Meta, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 26(3), e2157.