

**Universidad Nacional
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Ciencias Biológicas**

Informe Escrito Final

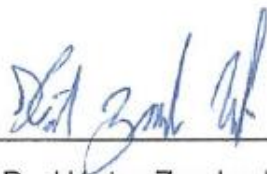
Interacción fauna silvestre-humanos en los cantones de la provincia de Heredia pertenecientes a la Gran Área Metropolitana, Costa Rica (2017-2023): Un abordaje para la gestión de incidentes negativos

Trabajo Final de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales

**Aarón Vargas Briceño
(117530786)**

**Campus Omar Dengo
Heredia, 2026**

Este trabajo de graduación fue Aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Biología Tropical.



Dr. Héctor Zumbado Ulate

Representante, Decano, quién preside



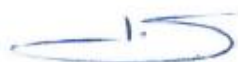
Dra. Claudia Fernández Zamora

Representante de la Dirección de la (ECB)



Phd. Daniela Campos Durán

Tutora



Dr. Iván Sandoval Hernández

Asesor



Dra. Mónica Retamosa Izaguirre

Asesora

Agradecimiento

En primer lugar, quiero agradecer a mis supervisores: Daniela, Iván y Mónica, por todo su apoyo y orientación enormemente atinente durante este tiempo, y que se reflejan en este trabajo. Al personal del Cuerpo de Bomberos, en especial a Edgar López Varela y Sergio Bolaños Oviedo por su aporte en la recolección y envío de datos para su procesamiento; Brayan Ramos Quesada, Sandor Solís Barquero y Marlon Carmona Alvarado por su participación en las entrevistas.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi familia: mi madre Martha y mi padre Abraham, mis tíos (as) María, Enar, Iris, Virginia, Bernardo, Francisco, Juan, Daniel y Evelio por todo su apoyo, cariño y paciencia.

No puedo olvidar agradecer a mis compañeras: Vero y Keithlyn; Edith, Lau y Gaby cuya amistad y apoyo durante estos años será inolvidable. Así como Yale y las profesoras Tania y Lilliana.

También quiero agradecer a mi amiga y colega alemán: Kristin Fenske por enviarme siempre vibras positivas.

Dedicatoria

A mi madre, quién nunca soltó mi mano en este proceso, a pesar de todo. A Daniela, por no continuar su carrera laboral sin antes haberse detenido a brindarme su apoyo académico, y a todos aquellos que luchan por mantener viva la llama de la protección hacia la fauna y flora costarricense.

Índice

Miembros del tribunal	I
Agradecimientos.....	II
Dedicatoria.....	III
Índice.....	IV
Índice de figuras.....	V
Abreviaturas y acrónimos.....	VI
Resumen.....	VII
1. Introducción.....	2
2. Antecedentes.....	3
3. Marco teórico-conceptual.....	5
4. Área de estudio.....	6
5. Metodología.....	8
6. Resultados.....	11
6.1. Distribución temporal de incidentes.....	11
6.2. Distribución espacial de incidentes.....	13
6.3. Entrevistas aplicadas.....	20
7. Discusión.....	21
7.1.Recomendaciones para la gestión local del conflicto fauna silvestre – humano.....	23
8. Conclusiones.....	25
9. Recomendaciones.....	26
10. Fuente de financiamiento.....	27
11. Conflicto de intereses.....	27
12. Cronograma.....	28
13. Referencias bibliográficas.....	28

Índice de figuras

Figura 1. Área de estudio que corresponde a nueve cantones pertenecientes a la provincia de Heredia y que forman parte de la GAM.....	8
Figura 2. Tipología utilizada por el Cuerpo de Bomberos para la clasificación de la información.....	9
Figura 3. Niveles de percepción de los conflictos humano-fauna.....	10
Figura 4. Diagrama de flujo metodológico del estudio, que integra las etapas de procesamiento de datos, análisis espacial y estadístico, entrevistas institucionales y generación de propuestas.....	11
Figura 5. Distribución anual de incidentes registrados por tipo de fauna silvestre (2017–2023). El año 2017 concentró la mayor cantidad de eventos, especialmente relacionados con enjambres y avisperos, seguido por un descenso sostenido en años posteriores.....	12
Figura 6. Distribución mensual de incidentes por tipo de fauna silvestre (2017–2023) atendidos por el Cuerpo de Bomberos, clasificados por tipo de incidente. Se observa un mayor número de interacciones con abejas entre mayo y julio, mientras que las serpientes y perezosos presentan una distribución más sostenida a lo largo del año.....	12
Figura 7. Distribución de la frecuencia de incidentes por mes y año (2017–2023). Se destacan los años 2017 y 2021 como los más activos, con concentraciones de incidentes en los meses de transición seca-húmeda, principalmente mayo y junio.	13
Figura 8. Distribución espacial a nivel cantonal de los incidentes de fauna (abejas, perezosos, serpientes) con humanos.....	14
Figura 9. Distribución de incidentes por grupo faunístico por cantón.....	15
Figura 10. Matriz de correlación de Spearman entre los reportes cantonales de incidentes con fauna silvestre (2017–2023) en el área de estudio. Se observan asociaciones positivas y significativas entre los grupos analizados, destacando una correlación perfecta entre los incidentes de abejas y serpientes ($Rho = 1.00$) y una correlación alta entre serpientes y perezosos ($Rho = 0,97$).....	16
Figura 11. Densidad de incidentes fauna silvestre - humano (2017–2023) en los cantones de la provincia de Heredia pertenecientes a la Gran Área Metropolitana. Se observa una mayor concentración de reportes en los cantones de Heredia, Santa Bárbara y Barva. Se destaca la proximidad de incidentes a protegidas como el Parque Nacional Braulio Carrillo.....	17
Figura 12. Distribución espacial de incidentes por tipo de fauna silvestre en relación con las principales coberturas de uso del suelo: áreas urbanas, pastos y cultivos.....	18
Figura 13. Distribución espacial de los incidentes con fauna silvestre por distrito en los cantones de la provincia de Heredia (2017–2023).....	20

Abreviaturas o acrónimos

GAM	Gran Área Metropolitana
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SIG	Sistemas de Información Geográfica
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
OMS	Organización Mundial de la Salud
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
CBCR	Cuerpo de Bomberos de Costa Rica
ONG	Organización no gubernamental

Resumen

Entre 2017 y 2023, el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica atendió 2197 incidentes relacionados con fauna silvestre en cantones de la provincia de Heredia ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM), con predominancia de interacciones con abejas (Apidae), serpientes (Viperidae/Elapidae) y perezosos (Bradypodidae). Se utilizó una base de datos institucional, la cual fue georreferenciada para realizar un análisis espaciotemporal. Esta información fue complementada con estadística descriptiva y pruebas de correlación, así como entrevistas semiestructuradas al personal operativo de las estaciones de bomberos. Los resultados evidencian una mayor cantidad de reportes en 2017 y una concentración de incidentes en los cantones de Heredia, Santa Bárbara y Barva. Las interacciones, en su mayoría negativas, resaltan la necesidad de fortalecer la educación ambiental, promover estrategias de conservación local e incorporar herramientas de análisis espacial en la gestión de conflictos entre humanos y fauna silvestre.

Palabras clave: abejas, serpientes, perezosos, Cuerpo de Bomberos, incidentes con fauna silvestre.

**INTERACCIÓN FAUNA SILVESTRE-HUMANOS EN LOS CANTONES DE LA
PROVINCIA DE HEREDIA PERTENECIENTES A LA GRAN ÁREA
METROPOLITANA, COSTA RICA (2017-2023): UN ABORDAJE PARA LA
GESTIÓN DE INCIDENTES NEGATIVOS**

**INTERACTION BETWEEN WILD FAUNA-HUMANS IN HEREDIA
PROVINCE CANTONS BELONGING TO THE GREAT METROPOLITAN
AREA, COSTA RICA (2017-2023): AN APPROACH TO NEGATIVE
INCIDENTS MANAGEMENT**

**INTERAÇÃO ENTRE A FAUNA SILVESTRE-HUMANOS NOS MUNICÍPIOS
DA PROVÍNCIA DE HEREDIA PERTENCENTES À GRANDE ÁREA
METROPOLITANA, COSTA RICA (2017-2023): UMA ABORDAGEM PARA A
GESTÃO DE INCIDENTES NEGATIVOS**

Aarón Vargas Briceño¹

Daniela Campos Durán²

Iván Sandoval Hernández³

Mónica Retamosa Izaguirre⁴

Resumen

Entre 2017 y 2023, el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica atendió 2197 incidentes relacionados con fauna silvestre en cantones de la provincia de Heredia ubicados en la Gran Área Metropolitana (GAM), con predominancia de interacciones con abejas (Apidae), serpientes (Viperidae/Elapidae) y perezosos (Bradypodidae). Se utilizó una base de datos institucional, la cual fue georreferenciada para realizar un análisis espaciotemporal. Esta información fue complementada con estadística descriptiva y pruebas de correlación, así como entrevistas semiestructuradas al personal operativo de las estaciones de bomberos. Los resultados evidencian una mayor cantidad de reportes en 2017 y una concentración de incidentes en los cantones de Heredia, Santa Bárbara y Barva. Las interacciones, en su mayoría negativas, resaltan la

¹Bachillerato, Biólogo Tropical, Universidad Nacional Costa Rica, correo electrónico: aaron.vargas.briceno@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-5994-8512>

²Doctorado, Geógrafa, Universidad Nacional Costa Rica, correo electrónico: daniela.campos.duran@una.cr, <https://orcid.org/0000-0001-8912-0807>

³Doctorado, Biólogo Tropical, Universidad Nacional Costa Rica, correo electrónico: ivan.sandoval.hernandez@una.cr, <https://orcid.org/0000-0002-0495-1829>

⁴Doctorado, Bióloga, Universidad Nacional Costa Rica, correo electrónico: mretamos@una.cr, <https://orcid.org/0000-0002-4010-2998>

necesidad de fortalecer la educación ambiental, promover estrategias de conservación local e incorporar herramientas de análisis espacial en la gestión de conflictos entre humanos y fauna silvestre.

Palabras clave: abejas, serpientes, perezosos, Cuerpo de Bomberos, incidentes fauna silvestre.

Summary

Between 2017 and 2023, the Costa Rican Fire Department responded to 2,197 wildlife-related incidents in the cantons of Heredia province located in the Greater Metropolitan Area (GAM), with a predominance of interactions with bees (Apidae), snakes (Viperidae/Elapidae), and sloths (Bradypodidae). An institutional database was used, which was georeferenced to perform a spatiotemporal analysis. This information was complemented with descriptive statistics and evaluation tests, as well as semi-structured interviews with firefighters' stations operational staff. The results show a greater number of reports in 2017 and a concentration of incidents in the cantons of Heredia, Santa Bárbara, and Barva. The interactions, mostly negative, highlight the need to strengthen environmental education, promote local conservation strategies, and incorporate spatial analysis tools in human-wildlife conflict management.

Keywords: bees, snakes, sloths, Costa Rican Fire Department, wildlife incidents.

Resumo

Entre 2017 e 2023, o Corpo de Bombeiros da Costa Rica atendeu 2,197 incidentes relacionados com fauna selvagem em cantões da província de Heredia, localizados na Grande Área Metropolitana (GAM), com predominância de interações com abelhas (Apidae), cobras (Viperidae/Elapidae) e preguiças (Bradypodidae). Foi utilizada uma base de dados institucional, que foi georreferenciada para realizar uma análise espaço-temporal. Esta informação foi complementada com estatística descritiva e testes de correlação, bem como entrevistas semiestruturadas ao pessoal operacional das estações de bombeiros. Os resultados evidenciam um maior número de relatos em 2017 e uma concentração de incidentes nos cantões de Heredia, Santa Bárbara e Barva. As interações, em sua maioria negativas, destacam a necessidade de fortalecer a educação ambiental, promover estratégias de conservação local e incorporar ferramentas de análise espacial na gestão de conflitos entre humanos e fauna silvestre.

Palavras-chave: abelhas, cobras, preguiças, Corpo de Bombeiros, incidentes com animais selvagens.

1. Introducción

La vida silvestre comprende todo organismo vivo que no haya sido domesticado y desempeña un papel fundamental en múltiples procesos ecosistémicos, tales como el mantenimiento y regeneración de bosques en áreas rurales y urbanas, control de plagas o densidad poblacional, dispersión de semillas, y producción de alimentos (Trigueros *et al.*,

2022; Rodina *et al.*, 2023). En áreas urbanas, la fauna silvestre puede transitar de manera frecuente (Arias-Alzate, 2018; Angarita-Yanes y Cáceres-Martínez, 2019; García-Feria y Gallina-Tessaro, 2020), en busca de alimento, refugio, áreas de descanso, migración, espacios para la reproducción o por cambios estacionales (Barragán-Mayet y Silva-Castillo, 2023; Morales, 2023).

Sin embargo, el impacto creciente de las actividades antrópicas a estas especies ha generado la necesidad de implementar medidas para su protección y conservación (Williams *et al.*, 2016; Dertien y Baldwin, 2022). En Costa Rica, la expansión agrícola y urbana, la cacería, la contaminación y la deforestación han generado alteraciones significativas en los hábitats naturales, debilitando las estrategias de conservación a corto y largo plazo (Vargas-Briceño y Campos-Durán, 2022).

En este contexto, se vuelve necesario generar conocimiento científico que permita comprender las dinámicas de interacción entre la fauna silvestre y las poblaciones humanas en espacios urbanos, especialmente en áreas altamente pobladas como la Gran Área Metropolitana (GAM). A pesar del aumento en los reportes de incidentes, existe una escasa sistematización de estos datos, en particular desde una perspectiva espacial y social. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar la interacción entre humanos y fauna silvestre en los cantones de la provincia de Heredia pertenecientes a la GAM durante el periodo 2017–2023, a partir de los incidentes atendidos por el Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, con el fin de generar insumos que contribuyan a la gestión local de estos eventos y a la conservación de la biodiversidad. Para ello, se integran herramientas de análisis geoespacial, estadística descriptiva y entrevistas al personal operativo involucrado en la atención de estos casos.

2. Antecedentes

El aumento de las actividades antrópicas ha incrementado los conflictos entre humanos y la fauna silvestre, afectando negativamente a las especies no humanas (Sosa-Nishizaki, 2009; Azofeifa-Rojas, 2021; Camacho-Chacón, 2021; Gutiérrez-Figueroa, 2022). En Costa Rica, instituciones como el Cuerpo de Bomberos y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) desempeñan un papel clave en la atención y protección de

fauna silvestre (CBCR, 2023; SINAC, 2023). La ubicación estratégica de sus instalaciones responde a tiempos de intervención que facilitan el rescate y manejo de animales en áreas particularmente urbanas (Vargas-Briceño y Campos-Durán, 2022).

Los conflictos humano-fauna pueden derivar de diversas actividades como el turismo, la agricultura extensiva, la urbanización y la cacería (Munguía *et al.*, 2016; Porras *et al.*, 2016). En particular, los conflictos asociados a la expansión urbana y agropecuaria pueden analizarse mediante herramientas geoespaciales (Martínez-Calderón, 2022; Rendón y Solórzano, 2023) que permiten identificar patrones recurrentes.

En la Gran Área Metropolitana (GAM), investigaciones previas han documentado múltiples factores que favorecen la interacción entre humanos y fauna silvestre; destacando las de Sánchez-Paniagua (2019), Arroyo-Solórzano y Rojas-Prendas (2021) y Espinoza-Espinoza (2022), autores que coinciden en señalar la deforestación, el cambio de uso del suelo, el deterioro de la infraestructura y el mal manejo de residuos como elementos que aumentan la exposición de la fauna a ambientes urbanos. Otras investigaciones aportan evidencia sobre la pérdida de hábitats para anfibios, las interacciones ecológicas en espacios urbanos tropicales, el rol de las áreas verdes urbanas y su importancia para el mantenimiento y desplazamiento de la fauna; así como enfermedades zoonóticas transmitidas por zariqüeyas en entornos urbanos (Acosta, 2013; Monge-Nájera, 2018, Morales-Cerdas *et al.*, 2018; Sánchez-Paniagua, 2019; Odio-Cordero, 2023).

Además, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha consolidado como una herramienta útil para el análisis de estas interacciones. Gutiérrez-Sanabria (2017) utilizó SIG para identificar sitios de atropello de fauna en carreteras nacionales. Murillo y Cambrero (2020) aplicaron esta herramienta para delimitar áreas de conflicto con cocodrilos (*Crocodylus acutus*), mientras que Vargas-Briceño y Campos-Durán (2022) identificaron puntos críticos de incidentes en Sarapiquí, para incentivar la creación de estrategias que promuevan una resolución de conflictos con la vida silvestre en el cantón. A escala internacional, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) ha empleado SIG para analizar la ecología del elefante africano, facilitando políticas de conservación y control del tráfico ilegal (León, 1989).

En este marco, el análisis geoespacial constituye una herramienta clave para integrar variables socioambientales y orientar acciones de mitigación o soluciones afines para un conflicto en particular (Saavedra, 1992); sin embargo, en la provincia de Heredia, destacablemente en los cantones que forman parte de la GAM, persiste una falta de estudios que sistematicen los incidentes fauna silvestre-humanos desde una perspectiva espaciotemporal, limitando el diseño de estrategias efectivas de gestión del conflicto (Soto, 2009; Wei-Salas, 2009); problemática que será abordada en esta investigación.

3. Marco teórico-conceptual

La vida silvestre corresponde a un elemento de la biodiversidad que abarca los términos de genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Comprende tanto flora como fauna, ambos en constante evolución, caracterizados además por no poseer previa domesticación y pertenecer a distintos grupos taxonómicos que habitan dentro de ambientes marinos como terrestres (Davitt *et al.*, 1994; Rodríguez-Bustamante *et al.*, 2019; Rodina *et al.*, 2023). En el caso de la presente investigación, los grupos de abejas (Apidae), reptiles (Viperidae/Elapidae; Crocodylidae; Iguanidae) y perezosos (Bradypodidae) podrían definirse, según la sugerencia de Valdez (2014) y Hernández-Silva *et al.* (2018), como fauna silvestre de vida libre perteneciente al del reino animal, de tipo invertebrados y vertebrados, importantes para la humanidad según sea por un servicio, conservación, beneficio o amenaza.

Frecuentemente, dicha fauna silvestre puede asociarse a un choque de interacciones directas o indirectas con poblaciones humanas, de la mano con la tensión o amenaza, y que inclusive podría involucrar especies silvestres en peligro de extinción. Lo anterior, según la IUCN (2024) podría definirse como Conflicto general humano-fauna, el cual, además, comprende temas anexos sobre economía, propiedad, salud o seguridad específicamente para las poblaciones humanas (Nyhus, 2016).

Aunado a lo anterior, existen varios tipos de interacción entre estos grupos y dentro de los que cabe resaltar: conflictos por actividad turística, por expansión agrícola y ganadera, por expansión urbanística, o por cacería (Munguía *et al.*, 2016; Porras *et al.*, 2016). Todos ellos, no obstante, se generan cuando se impacta de manera inesperada o negativa los

propósitos, valores o identidad de las personas, o bien los recursos utilizados por la vida silvestre (Madden, 2004).

Para estudiar dichos conflictos, los Sistemas de Información Geográfica funcionan como una herramienta de manejo de datos que permiten desplegar localizaciones de los encuentros o incidentes con fauna, los cuales podrían acompañarse de figuras o modelos a escala espacial y temporal que resulten en cartografía, gráficos y textos (Siabato, 2018). Por su parte, las herramientas de geoprocésamiento que incluyen pueden utilizarse para clasificar dicha información en función de su incidencia, distribución y características, para el análisis y gestión del tema (Arias-Cubillos, 2019), lo que favorecería, por ejemplo, la construcción de propuestas de manejo para la conservación que garanticen la sobrevivencia y permanencia de toda especie silvestre involucrada, en función de un área y tiempo determinado (Rodríguez-Tapia, 2023). Esto, contribuiría a la generación de espacios que promuevan políticas de cuidado ambiental, así como el uso racional, planificado y ordenado de los recursos naturales, evitando la propagación del deterioro ambiental en constante crecimiento (Gallina-Tessaro *et al.*, 2009).

4. Área de estudio

La provincia de Heredia (84° 6' 59,44" O - 10° 0' 8,5" N) forma parte de la GAM y se conforma por diez cantones: Heredia, Santo Domingo, San Pablo, San Isidro, Flores, Barva, Santa Bárbara, San Rafael, Belén y Sarapiquí (Figura 1) (Guillen-Montero *et al.*, 2021). Este último no fue incluido en el estudio por estar ubicado fuera de los límites de la GAM. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2024) al 2022 el área de estudio albergaba una población estimada de 479.117 personas, de las cuales el 73 % residía en áreas urbanas.

La GAM constituye la región residencial e industrial más densamente poblada del país, concentrando apenas un 3,8 % del territorio nacional, pero incluyendo 31 municipios distribuidos en cuatro provincias. Su expansión urbana continúa avanzando hacia las áreas montañosas adyacentes (Quesada-Acuña, 2018; Baldares, 2012). Las principales actividades económicas incluyen la expansión urbano-empresarial, prácticas agrícolas y el turismo (Vallejos, 2018; Aguirre-Carmona, 2019). Además, se encuentra el Área de

Conservación Central, que incluye el Parque Nacional Braulio Carrillo, Los Quetzales, Volcán Irazú, Volcán Poás, entre otros (SINAC, 2023). Según el sistema de clasificación para las zonas de vida de Holdridge, el área comprende Bosque Pluvial Montano Bajo (bp-MB), Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P) y Bosque Húmedo Premontano (bh-P) (Tosi, 1969; Alvarado-Espinoza, 2021). El clima de la región se caracteriza por una temperatura media anual de entre 19 °C y 20,1 °C, y una precipitación promedio de 2.374 mm, concentrada entre abril y diciembre, influenciada por la Zona de Convergencia Intertropical (Murillo *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2011).

La fauna silvestre autóctona habita principalmente en remanentes de bosque ribereño y áreas de pastizales (Vargas *et al.*, 2011; Sánchez-Paniagua, 2019; García-Dobles, 2022). Sin embargo, en años recientes estos ecosistemas han estado sometidos a una presión creciente por la expansión urbana y agrícola, lo que ha incrementado los conflictos entre humanos y fauna silvestre. En este estudio se busca no solo proponer medidas de conservación y manejo, sino también identificar espacial y temporalmente los sitios críticos de ocurrencia de estos incidentes dentro de la GAM herediana.

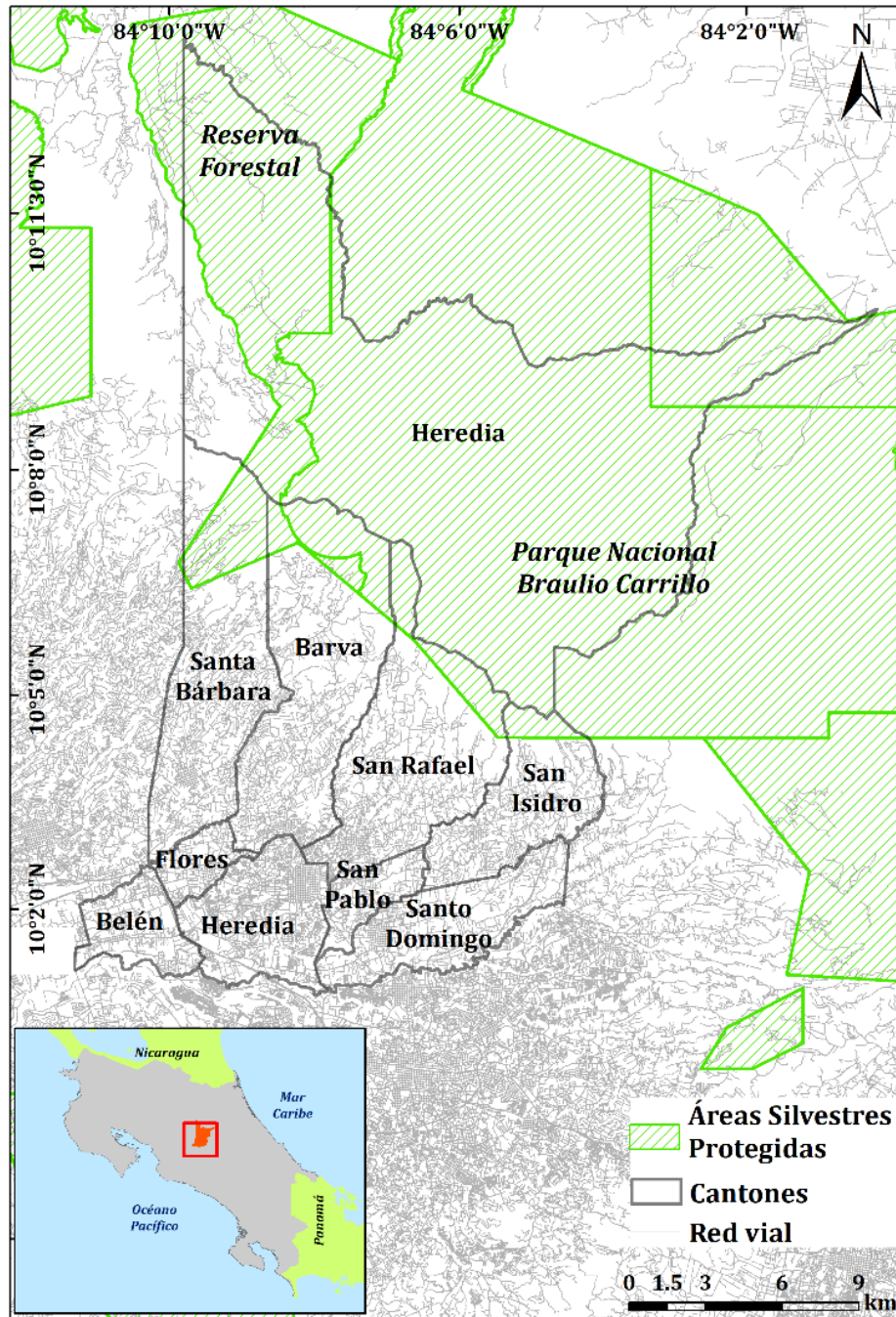


Figura 1. Área de estudio que corresponde a nueve cantones pertenecientes a la provincia de Heredia y que forman parte de la Gran Área Metropolitana (GAM). Fuente: Aarón Vargas Briceño, QGIS versión 3.34.2.

5. Metodología

Esta investigación se fundamenta en la base de datos del Cuerpo de Bomberos de Costa Rica referente a incidentes entre fauna silvestre-humano en nueve cantones de la

provincia de Heredia. El período de estudio estuvo comprendido entre enero de 2017 y noviembre de 2023. La base de datos fue sometida a un proceso de limpieza y depuración para garantizar la calidad de los datos, en donde, por ejemplo, se eliminaron aquellos que no incluyeran el grupo de fauna intervenida. Las variables incluidas fueron: fecha del incidente, tipo de evento, dirección y descripción general. Los registros de fauna se encontraban clasificados por nombre común (ej. “serpiente”, “abejas”, “cocodrilo”) y complementados por una codificación interna del Cuerpo de Bomberos, cuya tipología específica fue incorporada al análisis según lo muestra la [figura 2](#).



Figura 2. Tipología utilizada por el Cuerpo de Bomberos para la clasificación de la información. Fuente: Aarón Vargas Briceño, Google Gemini 2025.

Los datos fueron georreferenciados utilizando el software QGIS versión 3.34.2 ([QGIS, 2024](#)), lo que permitió representar y analizar la distribución espaciotemporal de los incidentes reportados. Se elaboraron mapas temáticos, así como gráficos mensuales y anuales para visualizar la variabilidad temporal. Posteriormente, se aplicaron pruebas de correlación entre los principales grupos taxonómicos (abejas, serpientes y perezosos) desagregadas por cantón. Se empleó el uso del software RStudio 2024.12 ([Posit, 2024](#)) para ejecutar la prueba de Shapiro-Wilk, verificar la normalidad, y aplicar el coeficiente

de Spearman para determinar correlaciones no paramétricas (Shapiro y Wilk, 1965; Spearman, 1987).

Se realizaron 3 entrevistas semiestructuradas a los jefes de estación de Heredia, Belén y Santo Domingo, con una duración aproximada de 1.5 horas cada una, y seleccionados por su conocimiento operativo en la atención de incidentes con fauna silvestre. Cabe resaltar que, únicamente se realizaron tres entrevistas debido a que solo se dispone de tres estaciones de bomberos, específicamente en dichos cantones, para comprender la totalidad del área de estudio. La guía de entrevista se construyó tomando como referencia el estudio de Lomas-Albuja (2021) y se aplicó a través de la plataforma Google Meet y llamadas telefónicas, según disponibilidad del personal. Las entrevistas se orientaron a conocer la percepción institucional sobre los principales tipos de fauna involucrados, la respuesta ciudadana, y las limitaciones en la atención de estos eventos. La información cualitativa fue interpretada a partir de la tipología de conflictos propuesta por la UICN (2024) (Figura 3).



Figura 3. Niveles de percepción de los conflictos humano-fauna. Fuente: Aarón Vargas Briceño, Google Gemini 2025.

Los resultados obtenidos a partir del análisis espacial, los patrones de ocurrencia y las percepciones institucionales permitieron desarrollar propuestas de manejo orientadas a mejorar la coordinación interinstitucional, reducir las interacciones negativas y fomentar la conservación de la fauna silvestre en áreas urbanas densamente pobladas. El proceso metodológico seguido en esta investigación se resume en la Figura 4.

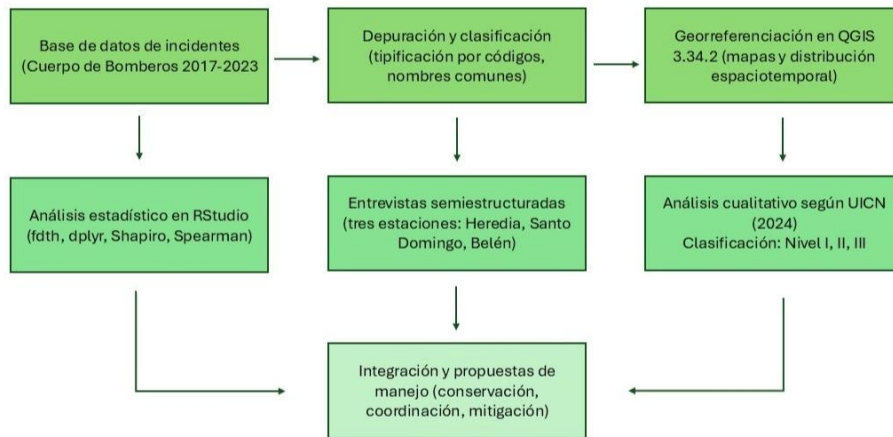


Figura 4. Diagrama de flujo metodológico del estudio, que integra las etapas de procesamiento de datos, análisis espacial y estadístico, entrevistas institucionales y generación de propuestas. Fuente: Aarón Vargas Briceño, Microsoft Power Point-365 2025.

6. Resultados

6.1. Distribución temporal de incidentes

Durante el periodo 2017–2023 se registraron 2197 incidentes relacionados con fauna silvestre en el área de estudio. El año con mayor cantidad de reportes fue 2017, con 1321 casos, seguido por 2021 con 239. En contraste, el 2023 registró la menor cantidad de incidentes (78) (Figura 5 y 7). Las especies con más reportes fueron las abejas (1510), las serpientes (553) y los perezosos (129) (Figura 5).

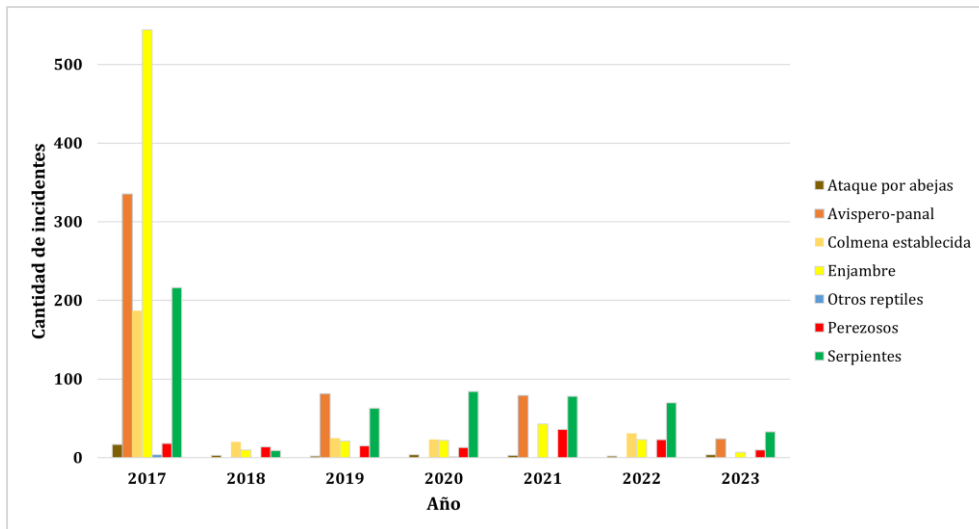


Figura 5. Distribución anual de incidentes registrados por tipo de fauna silvestre (2017–2023). El año 2017 concentró la mayor cantidad de eventos, especialmente relacionados con enjambres y avisperos, seguido por un descenso sostenido en años posteriores. Líneas con color representan diferentes taxones, café: ataque por abejas, naranja: avispero-panal, amarillo oscuro: colmena establecida, amarillo claro: enjambre, azul: otros reptiles (iguana y cocodrilos), rojo: perezosos, verde: serpientes. Fuente: Aarón Vargas Briceño, Microsoft Excel-365 2025.

A nivel mensual, los incidentes se concentraron principalmente entre mayo y junio, con 316 reportes en cada mes (Figura 6 y 7). Las abejas fueron responsables de la mayoría de las interacciones en todos los meses, excepto en noviembre, cuando los reportes de serpientes superaron a los de abejas (29 frente a 20); los cocodrilos e iguanas presentaron muy pocos registros (4 y 1, respectivamente) (Figura 6).

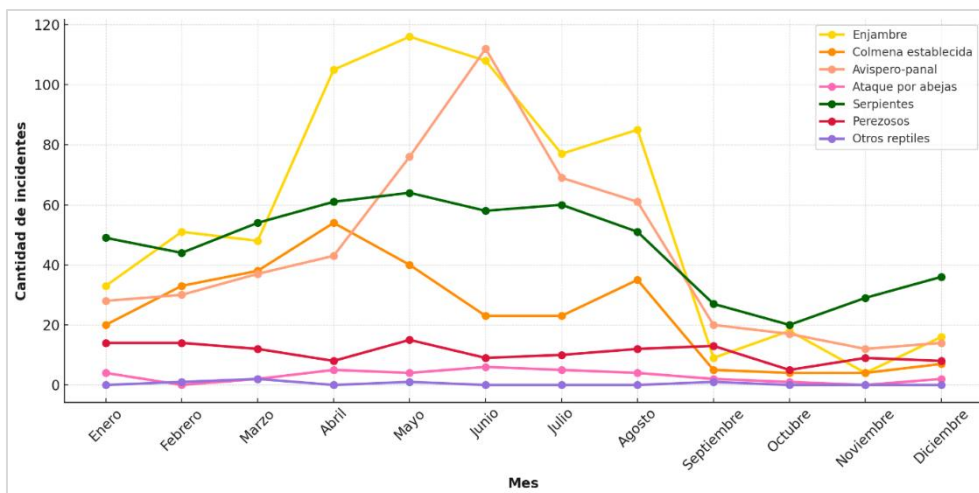


Figura 6. Distribución mensual de incidentes por tipo de fauna silvestre (2017–2023) atendidos por el Cuerpo de Bomberos, clasificados por tipo de incidente. Se observa un mayor número de interacciones

con abejas entre mayo y julio, mientras que las serpientes y perezosos presentan una distribución más sostenida a lo largo del año. Líneas con color representan diferentes taxones, amarillo: enjambre, naranja oscuro: colmena establecida, naranja claro: avispero-panal, rosa: ataque por abejas, verde: serpientes, rojo: perezosos, púrpura: otros reptiles (iguana y cocodrilos). Fuente: Aarón Vargas Briceño, Microsoft Excel-365 2025.

La distribución por tipo de incidente mostró que el subtipo más reportado fue el de enjambres de abejas (670), seguido por avisperos o panales (519) y colmenas establecidas (286). Los ataques por abejas fueron menos frecuentes (35), pero se concentraron en 2017 (17 casos). En cuanto a serpientes, se reportaron 553 casos, con mayor frecuencia en 2017 (216), y un pico mensual en mayo (64 reportes). Los perezosos fueron atendidos en 129 ocasiones, especialmente en 2021 (36 casos), con mayor concentración en mayo (15 casos).

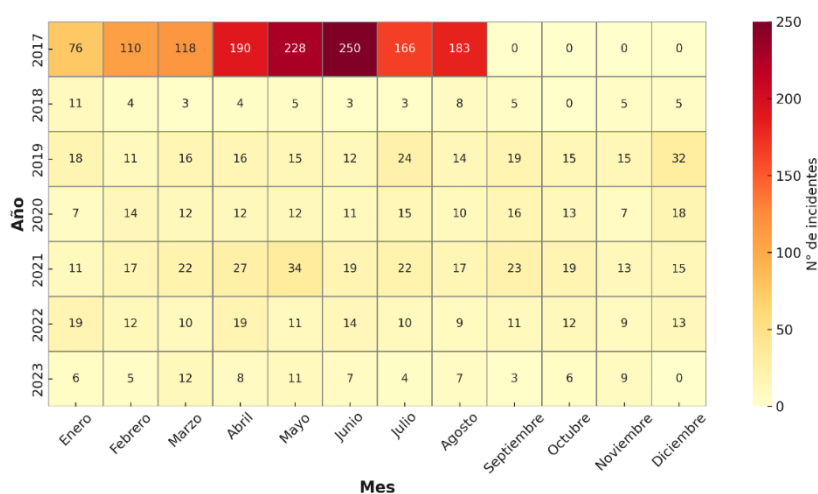


Figura 7. Distribución de la frecuencia de incidentes por mes y año (2017–2023). Se destacan los años 2017 y 2021 como los más activos, con concentraciones de incidentes en los meses de transición seca-húmeda, principalmente mayo y junio. La barra de colores representa la cantidad u ocurrencia de incidentes, por lo que los cuadros con colores más oscuros (rojos) representan un mayor número de eventos, mientras que los colores más claros (amarillos) representan un menor número de eventos.

Fuente: Aarón Vargas Briceño, Microsoft Excel-365 2025.

6.2. Distribución espacial de incidentes

La distribución espacial de los incidentes muestra una marcada concentración de estos en los cantones de Heredia (23,0%), Santa Bárbara (20,8%) y Barva (17,6%), que en conjunto representaron más del 60% de los casos registrados en el área de estudio (Figura

8). Las interacciones con abejas fueron las más frecuentes en todos los cantones, destacando especialmente en Heredia (445 casos) y Santa Bárbara (231 casos), mientras que los encuentros con serpientes mostraron mayor incidencia en Santa Bárbara (221 casos) y Barva (125 casos) (Figura 9). Los perezosos, por su parte, presentaron una distribución más localizada, con mayores registros en Barva (62 casos) y San Rafael (58 casos) (Figuras 8 y 9).

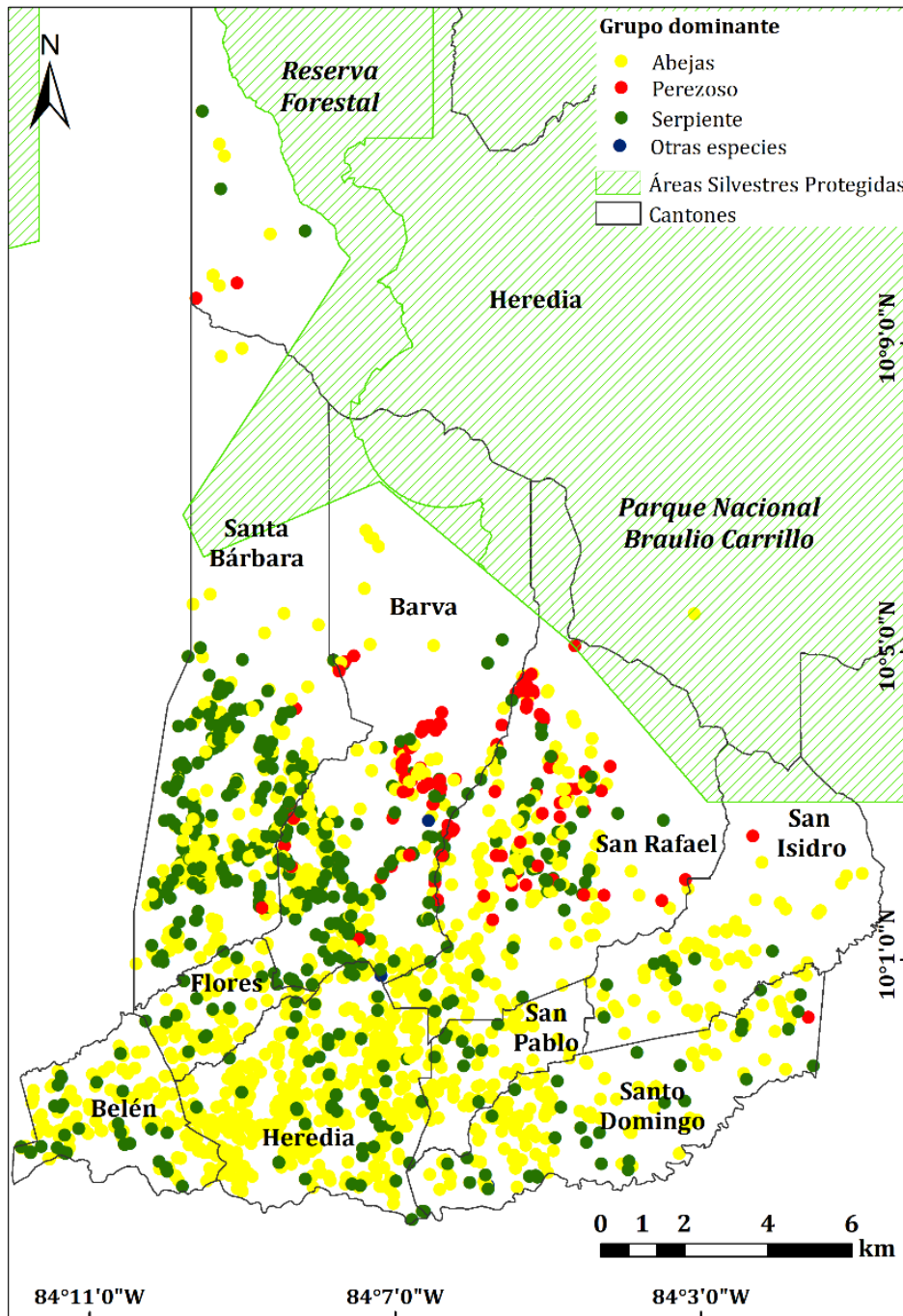


Figura 8. Distribución espacial a nivel cantonal de los incidentes de fauna con humanos. Los puntos con color representan diferentes taxones, amarillo: abejas, rojo: perezosos, verde: serpientes, azul: otras especies (iguana y cocodrilos). Fuente: Aarón Vargas Briceño, QGIS versión 3.34.2.

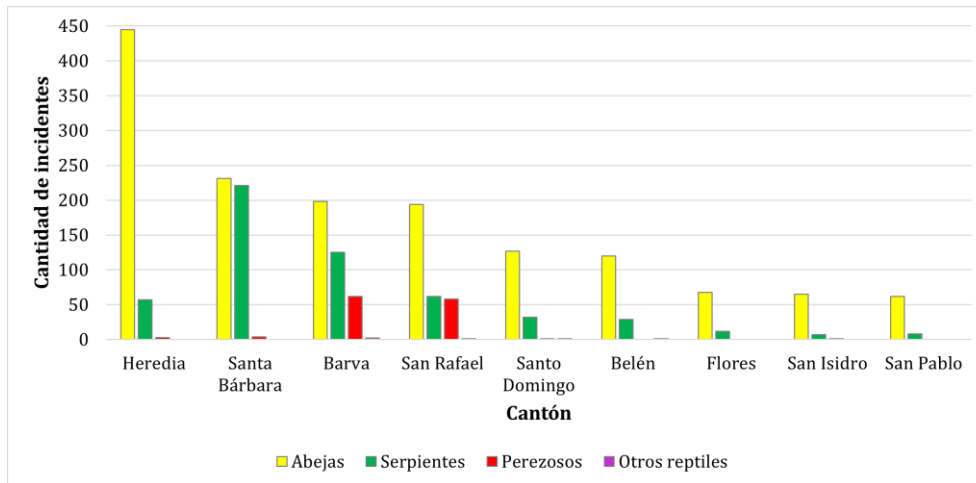


Figura 9. Distribución de incidentes por grupo faunístico por cantón. Las barras de color representan diferentes taxones, amarillo: abejas, verde: serpientes, rojo: perezosos, púrpura: otros reptiles (iguanas y cocodrilos). Fuente: Aarón Vargas Briceño, Microsoft Excel-365 2025.

Considerando que los grupos faunísticos con mayor número de reportes mostraron patrones espaciales similares (Figura 8 y 9), se evaluó la existencia de asociaciones estadísticas entre sus distribuciones cantonales. Para ello, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados indicaron que los datos de incidentes por abejas, serpientes y perezosos no seguían una distribución normal ($p = 0,038$; $p = 0,013$; y $p = 0,046$, respectivamente). En consecuencia, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, el cual permitió identificar asociaciones positivas y significativas entre los grupos: una correlación perfecta entre abejas y serpientes ($Rho = 1, p = 5,52 \times 10^{-6}$) y una correlación alta entre serpientes y perezosos ($Rho = 0,97, p = 4,37 \times 10^{-6}$) (Figura 10).

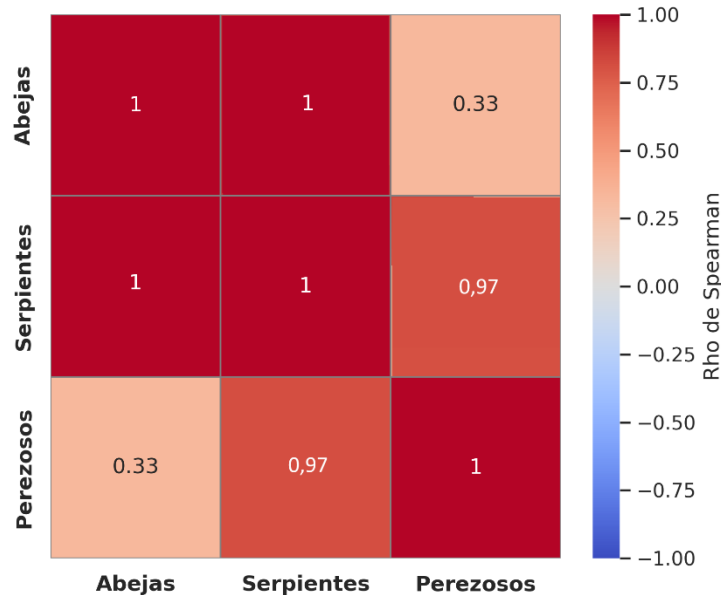


Figura 10. Matriz de correlación de Spearman entre los reportes cantonales de incidentes con fauna silvestre (2017–2023) en el área de estudio. Se observan asociaciones positivas y significativas entre los grupos analizados, destacando una correlación perfecta entre los incidentes de abejas y serpientes ($Rho = 1.00$) y una correlación alta entre serpientes y perezosos ($Rho = 0,97$). La barra de colores representa el grado de la correlación, los cuadros con color rojo oscuro: correlaciones altas-perfectas, y azul: correlaciones bajas-nulas. Fuente: Aarón Vargas Briceño, Google Gemini 2025.

Estos resultados revelan no solo una concentración cantonal de los incidentes, sino también una relación espacial estrecha entre algunos grupos de fauna, lo que sugiere la influencia de factores ecológicos compartidos, y posiblemente relacionados, además, con la escala temporal (Figuras 5 a 7). Esta información resulta clave para orientar futuras acciones de prevención, educación y monitoreo en los sitios de mayor riesgo de interacción.

Por consiguiente, la Figura 11 muestra una clara concentración de incidentes en las áreas urbanas de Heredia, Santa Bárbara y Barva; estos dos últimos cantones coinciden espacialmente con los límites de la Reserva Forestal y el Parque Nacional Braulio Carrillo. En contraste, los cantones periféricos como Flores, Belén y San Pablo presentan valores menores, mostrando una notable disminución en la frecuencia de incidentes a medida que aumenta la distancia de las Áreas Silvestres Protegidas. La distribución espacial evidencia que aproximadamente el 75% de los casos se agrupan en un radio de 6 km alrededor de las principales áreas silvestres protegidas de la provincia.

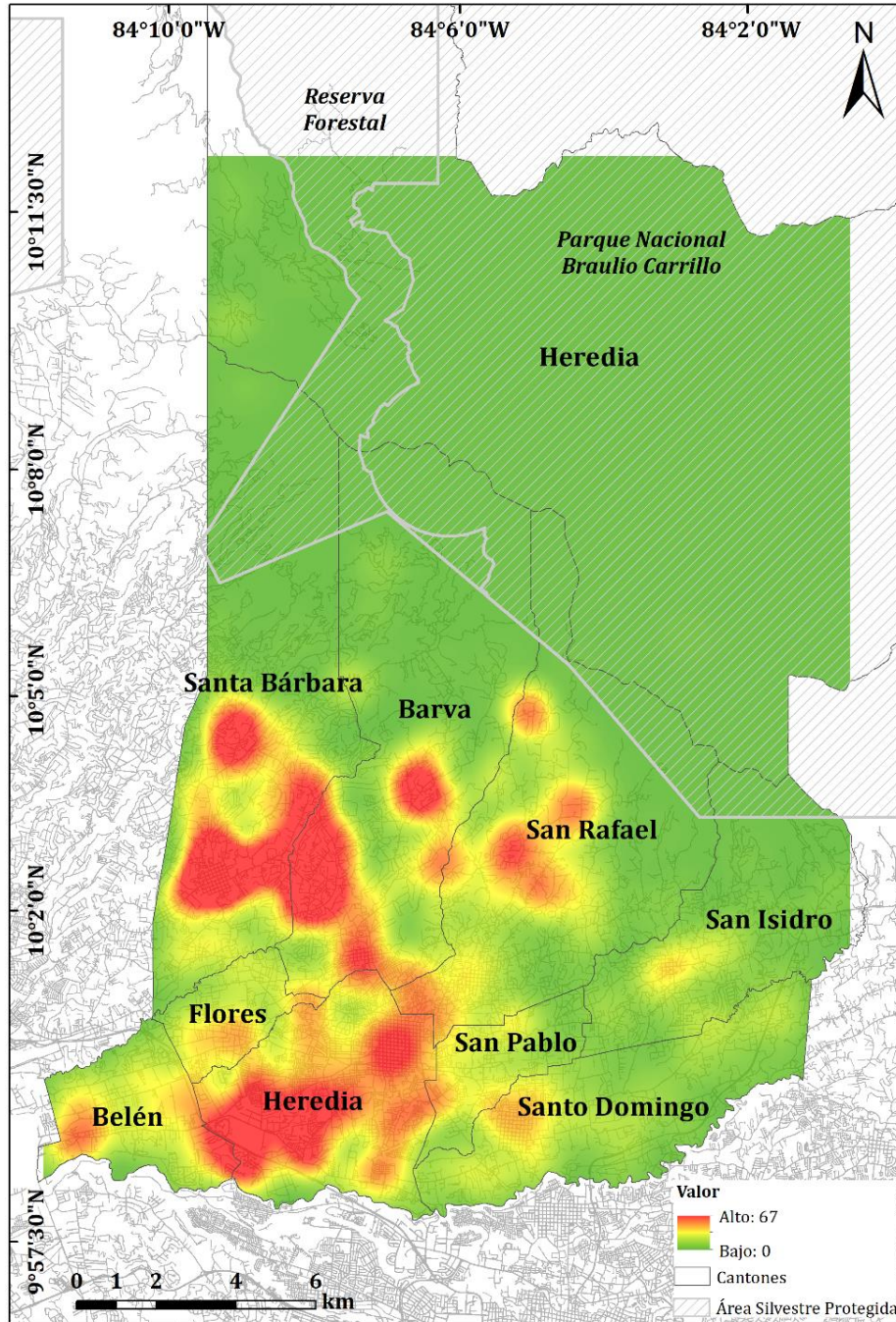


Figura 11. Densidad de incidentes fauna silvestre - humano (2017–2023) en los cantones de la provincia de Heredia pertenecientes a la Gran Área Metropolitana. Se observa una mayor concentración de reportes en los cantones de Heredia, Santa Bárbara y Barva. Se destaca la proximidad de incidentes a área silvestres protegidas como el Parque Nacional Braulio Carrillo. La barra de colores representa la cantidad de incidentes en los cantones, colores oscuros o rojos: mayor concentración de reportes, colores claros o verdes: menor concentración de reportes. Fuente: Aarón Vargas Briceño, QGIS versión 3.34.2.

Si se analiza la distribución de incidentes en función de las coberturas de uso del suelo (como áreas urbanas, cultivos, pastos), red hídrica y tendido eléctrico se logra identificar

que los incidentes con abejas se concentran mayoritariamente en áreas urbanas y periurbanas. En contraste, los encuentros con perezosos presentan una clara asociación con el tendido eléctrico y la cercanía a Áreas Silvestres Protegidas, principalmente en los cantones de Barva y Santa Bárbara, lo que evidencia un conflicto con la infraestructura humana en áreas rurales intermedias. En cuanto a las serpientes se distribuyen principalmente en espacios de uso agropecuario con alta fragmentación del paisaje, especialmente en áreas de pastos y cultivos, así como en cercanías de cuerpos de agua, principalmente en los cantones de Santa Bárbara y Barva (Figura 12).

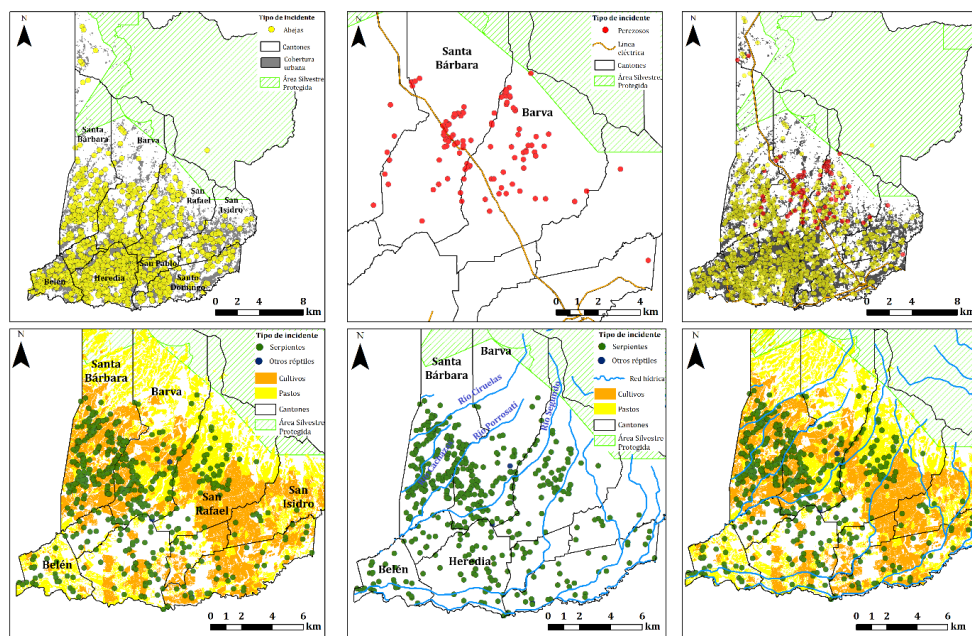


Figura 12. Distribución espacial de incidentes por tipo de fauna silvestre en relación con las principales coberturas de uso del suelo: áreas urbanas, pastos y cultivos. Los puntos con color representan distintos taxones, amarillo: abejas, rojo: perezosos, verde: serpientes, azul: otros reptiles (iguana y cocodrilos); las líneas de color representan línea eléctrica: café, red hídrica: azul; los polígonos de color representan coberturas de uso del suelo, gris: cobertura urbana, amarillo: pastos, naranja: cultivos, verde: áreas silvestres protegidas. Fuente: Aarón Vargas Briceño, QGIS versión 3.34.2.

A nivel distrital se evidencia que los reportes de interacciones con humano-fauna se concentran en un número reducido de distritos. En el caso de los incidentes con abejas, el distrito de Ulloa (cantón de Heredia) sobresale con 219 reportes, lo que representa aproximadamente el 14.5% del total registrado entre 2017 y 2023; seguido de Ángeles con 112 reportes (7.4%) y San Francisco de Heredia con 105 reportes (6.9%) (Figura 13).

En cuanto a los incidentes con serpientes, el distrito de Jesús lidera con 95 reportes, seguido por Purabá con 64 y San Pedro de Barva con 60 (Figura 13). Estos distritos presentan una mayor proximidad a áreas agrícolas, lo que probablemente favorece el desplazamiento de serpientes hacia zonas residenciales en búsqueda de refugio, especialmente durante la época lluviosa. En el caso de los perezosos, los incidentes se concentran notoriamente en Ángeles con 56 casos, seguido de San José de la Montaña con 49 y San Pablo de Barva con 10 (Figura 13). Ángeles y San José de la Montaña representan juntos más del 81% del total de reportes con perezosos (Figura 13), lo que sugiere una fuerte relación entre estos incidentes, resaltando además su cercanía con áreas boscosas cercanos al Parque Nacional Braulio Carrillo (Figura 11 y 12).

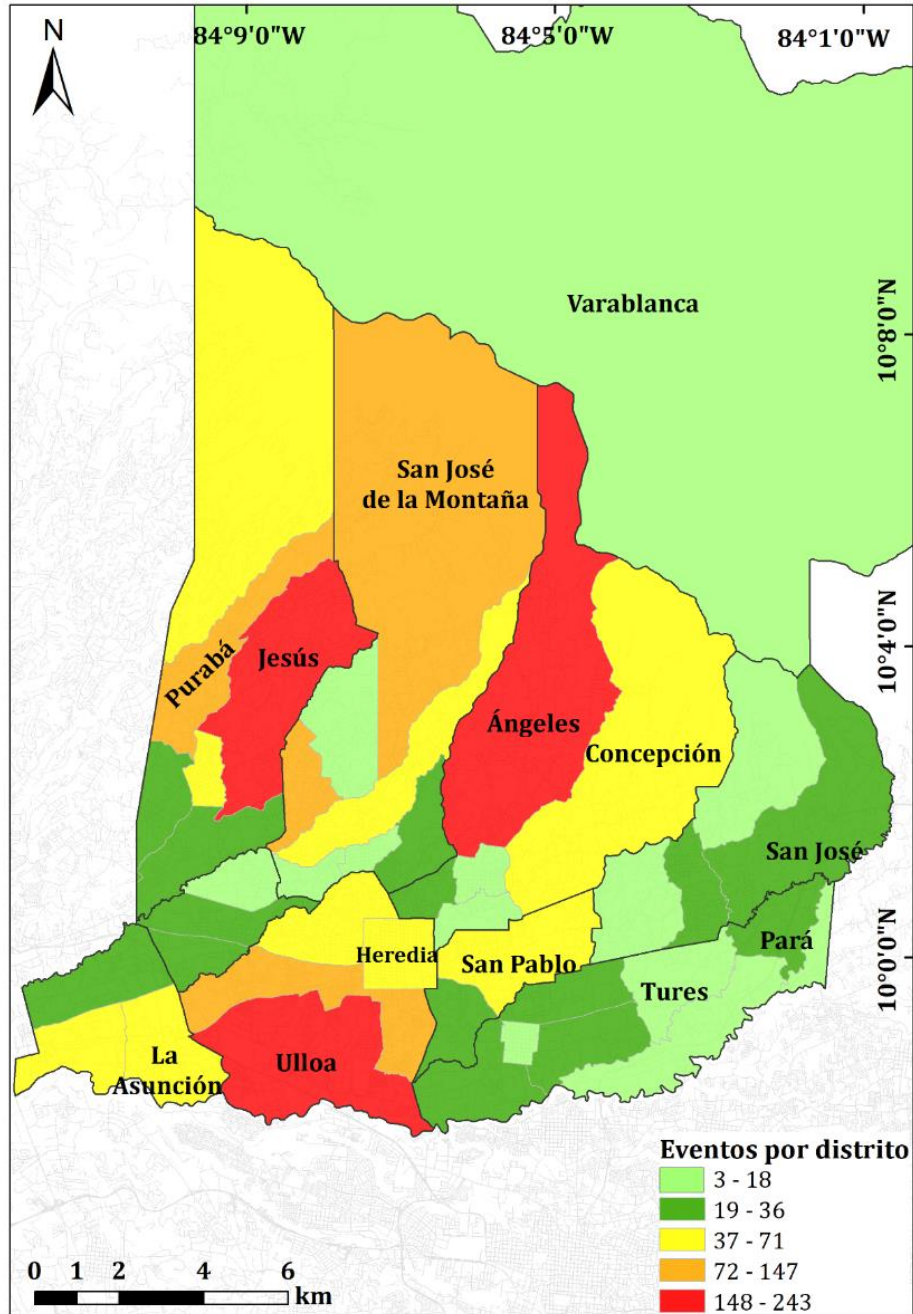


Figura 13. Distribución espacial de los incidentes con fauna silvestre por distrito en los cantones de la provincia de Heredia (2017–2023). La barra de colores representa la cantidad de incidentes por distritos, color rojo y naranja: alta cantidad de eventos, amarillo: mediana cantidad de eventos, verdes: baja cantidad de eventos. Fuente: Aarón Vargas Briceño, QGIS versión 3.34.2.

6.3. Entrevistas aplicadas

Los resultados de las entrevistas buscaron ilustrar la percepción institucional y ciudadana, así como las principales limitaciones en la atención de incidentes. La información cualitativa se interpretó mediante la tipología de conflictos de la [UICN \(2024\)](#) ([Figura 3](#)).

Desde la dimensión social, las entrevistas mostraron percepciones negativas hacia la fauna silvestre, clasificables dentro de los niveles II y III ([figura 3](#)), asociadas a categorías como “peligro”, “invasor” o “plaga”. Esta observación, en particular entre jóvenes, se tradujo en agresiones hacia los animales, como fue reportado por el Cuerpo de Bomberos, quienes, por otro lado, consideran a dichos grupos de fauna analizados como organismos que habitan dentro del área de estudio previo a la inclusión y expansión urbana. No obstante, se esclareció que, cuando la vida humana se encuentra limitada por el nivel de peligrosidad o amenaza de un animal (por ejemplo, fundamentado por temperamentos agresivos de estos últimos), se podría priorizar la integridad humana.

No obstante, todos los ejemplares intervenidos han sido trasladados a centros autorizados como la Escuela de Veterinaria de la Universidad Nacional, el Rescate Wildlife Rescue Center-Zoave, el Instituto Clodomiro Picado y el Toucan Rescue Center, bajo lineamientos de conservación establecidos por el SINAC.

7. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos muestran patrones espaciotemporales relevantes en la interacción entre humanos y fauna silvestre en los cantones de la provincia de Heredia pertenecientes a la GAM. Los grupos más reportados fueron abejas, serpientes y perezosos, con un claro aumento de incidencias entre los meses de mayo y agosto, coincidiendo con el inicio de la estación lluviosa. Este comportamiento estacional está fuertemente influenciado por condiciones ecológicas, ciclos reproductivos y disponibilidad de recursos.

En el caso de las abejas, la floración de especies vegetales y la búsqueda de recursos como néctar y polen durante la época lluviosa incrementa su actividad y la formación de enjambres, colmenas o panales ([May, 2015](#)). Además, como organismos endotérmicos, ajustan su comportamiento a las condiciones climáticas, siendo más activas durante esta

temporada (Domínguez-Álvarez et al., 2007). Un aspecto importante por considerar es la limitada cobertura de áreas verdes en el cantón central de Heredia (2,7 m²/hab.) en comparación con la recomendación de la OMS (9 m²/hab.) (Reyes-Päcke y Figueroa-Aldunce, 2010), factor que podría fomentar la migración de estos insectos hacia zonas urbanas aledañas en búsqueda de refugio. Esto puede explicar la alta incidencia de encuentros con abejas en áreas densamente edificadas, donde buscan refugio ante la escasez de conectividad ecológica en el centro de la GAM (Morales-Cerdas et al., 2018; Romero-Vargas et al., 2025).

Respecto a las serpientes, su mayor actividad durante la época lluviosa responde a ciclos reproductivos y aumento en la disponibilidad de presas (Natera et al., 2005; Giraudo et al., 2008). Estas especies prefieren hábitats húmedos como jardines, quebradas o áreas cercanas a fuentes de agua (Sasa et al., 2009; Wasko y Sasa, 2009), lo cual justifica su presencia en áreas urbanas fragmentadas. *Bothrops asper* (Terciopelo) fue la especie más reportada, seguida por *Boa constrictor* (Boa o Béquer), siendo la primera asociada a percepciones negativas debido a su peligrosidad y camuflaje, a pesar de su comportamiento pasivo (Quesada-Acuña, 2018).

En cuanto a los perezosos, se identificaron principalmente en los cantones de Barva y San Rafael, donde predomina una mayor cobertura forestal remanente. Los incidentes se relacionaron con electrocuciones en redes de cableado eléctrico, atropellos en vías urbanas y ataques por animales domésticos. Las lesiones provocadas por estas interacciones frecuentemente comprometen su reintegración al hábitat natural, abundante en cobertura forestal. En particular, la asociación de cableado eléctrico y carreteras con dichos incidentes resalta la importancia de evaluar con detalle la conectividad ecológica en estos territorios (Molina-Vizcaíno, 2024).

En adición, los datos obtenidos sugieren que la dinámica del paisaje influye directamente en la frecuencia y tipo de interacciones humano-fauna, lo que subraya la importancia de incorporar criterios ecológicos en el ordenamiento del territorio. A su vez, las correlaciones estadísticas entre los grupos de fauna sugieren una simultaneidad en las dinámicas ecológicas que favorecen los encuentros con humanos durante determinados periodos del año.

Por su parte, las entrevistas evidenciaron que, a pesar de los esfuerzos del Cuerpo de Bomberos, su participación en incidentes con fauna silvestre ha sido parcialmente limitada desde 2018, cuando algunas responsabilidades fueron trasladadas a instituciones como el MINAE y SENASA. Sin embargo, el conocimiento operativo y la respuesta rápida de los bomberos, respaldada por protocolos específicos (CBCR, 2023), continúa siendo un recurso clave para atender la mayoría de los eventos, especialmente en ausencia de personal especializado.

Finalmente, se observa que las comunidades con mayor cantidad de reportes coinciden con aquellas que presentan escasa organización comunitaria e institucionalidad ambiental débil. Esto dificulta una respuesta integral frente a los conflictos humano-fauna, al no existir mecanismos consolidados de participación ciudadana, educación ambiental o gestión preventiva. En consecuencia, esta investigación deja en evidencia la necesidad de integrar estrategias de conservación, planificación urbana y gobernanza ambiental, no solo para reducir la frecuencia y severidad de los encuentros con fauna silvestre, sino también para fomentar una cultura de respeto, convivencia y corresponsabilidad ambiental.

7.1 Recomendaciones para la gestión local del conflicto fauna silvestre - humano

A partir de los resultados de esta investigación, se identifican diversas oportunidades para fortalecer la gestión de la fauna silvestre en entornos urbanos de la GAM herediana. Las siguientes propuestas integran dimensiones ecológicas, sociales, educativas e institucionales con el fin de fomentar la coexistencia armónica entre humanos y fauna silvestre local:

7.1.1. Fomento de la investigación científica aplicada

Se propone ampliar los estudios relacionados con la ecología urbana de la fauna silvestre en la GAM, con énfasis en especies de alta conflictividad como abejas, serpientes y perezosos. Las futuras investigaciones podrían incorporar: monitoreo con cámaras trampa, análisis de conectividad ecológica mediante SIG, estudios sobre percepción comunitaria y análisis del impacto de contaminantes urbanos en el comportamiento de la

fauna. Estas iniciativas podrían articularse con universidades públicas, ONG y gobiernos locales.

7.1.2. Creación de centros bioculturales comunitarios

Se recomienda el diseño e implementación de centros comunitarios orientados a la educación ambiental, la participación vecinal y la promoción de valores ecológicos. Estos espacios pueden funcionar como puntos de encuentro para ferias, talleres, jornadas de reforestación y actividades de sensibilización. Además, podrían incorporar iniciativas de economía social vinculadas a la conservación, como eco-voluntariados, artesanías, o programas de turismo científico y cultural. Esto se podría abordar, por ejemplo, desde grupos comunitarios ecológicos o desde las Asociaciones de Desarrollo Integral Comunal.

7.1.3. Fortalecimiento de los centros de rescate y rehabilitación

Dado que los centros de atención a fauna silvestre constituyen un pilar en la respuesta institucional, se propone reforzar sus capacidades operativas mediante alianzas estratégicas con universidades, financiamiento público y cooperación internacional. También se sugiere incentivar la participación estudiantil mediante pasantías o prácticas profesionales con acompañamiento técnico. Entre los centros clave para fortalecer destacan: el Rescate Wildlife Rescue Center-Zoave, Toucan Rescue Center, Instituto Clodomiro Picado y otros refugios autorizados.

7.1.4. Gestión municipal y búsqueda de financiamiento

Se sugiere para cada municipio la creación de una comisión municipal, encargada de articular acciones entre actores locales, organizaciones y centros de rescate. Esta comisión podría gestionar fondos ante instituciones públicas, fundaciones privadas o programas de cooperación internacional. Asimismo, se recomienda impulsar una línea presupuestaria dedicada a la fauna urbana dentro de los planes cantonales de desarrollo y ordenamiento territorial.

7.1.5. Reforestación urbana y conectividad ecológica

Para reducir la fragmentación del hábitat y prevenir encuentros conflictivos, se propone implementar programas de reforestación urbana con especies nativas tropicales, como *Tabebuia rosea* (Roble Sabana), *Trichilia havanensis* (Ciruelillo) o *Cojoba arborea* (Lorito). Estas acciones deben priorizar corredores ecológicos, riberas y espacios públicos, con posible declaratoria de servidumbre ecológica o expropiación parcial en casos estratégicos. Se sugiere incluir señalización educativa sobre la fauna local en los espacios reforestados.

En cuanto al impulso sobre la creación de Corredores biológicos Interurbanos, los mismos deben ocupar espacios de ciudad, áreas boscosas y zonas agropecuarias, junto a sus complementos: jardines, plazas verdes, sitios recreativos, cafetales, refugios de vida silvestre, zonas de protección hídrica, corredores biológicos adyacentes, entre otros. Por ende, la generación de programas de interacción (talleres, charlas, infografías y encuestas) que permitan crear un diagrama sobre la cantidad de posibles actores sociales que muestren interés en discutir las problemáticas socioambientales y mantener un equilibrio con el desarrollo de su poblado, resultaría útil para sistematizar y acordar, cartográficamente, los sectores prioritarios por rehabilitar con los debidos permisos y en función de los criterios de ordenamiento territorial en la localidad.

7.1.6. Bioalfabetización: educación ambiental y sensibilización ciudadana

Finalmente, se recomienda el diseño de campañas educativas continuas orientadas a niños, jóvenes y adultos, con enfoque en la convivencia responsable con la fauna silvestre. Las acciones pueden incluir charlas, materiales impresos, visitas a centros de rescate, ferias educativas-científicas, y capacitación a líderes comunales. La incorporación de criterios de ética ecológica, normativa ambiental y buenas prácticas vecinales puede fortalecer una cultura de respeto hacia la biodiversidad local.

8. Conclusiones

La investigación mostró una estricta presión antropogénica a la que se encuentra sometida la fauna, ya que a partir de la cartografía generada se logra deducir que los insumos naturales como áreas de bosque abundante e hídricos se encuentran reducidos en prácticamente toda el área, lo que favoreció la agregación de fauna dentro de la GAM.

Además, la presencia de los grupos de fauna evaluados sugiere, en términos de época y área, la ocurrencia de una competencia indirecta por recursos dentro del hábitat. Sin embargo, los estudios sobre ecología, historia natural y áreas de distribución siguen siendo escasos, por lo que se deben incrementar para favorecer el conocimiento biológico y geográfico, así como su conservación a gran escala.

Por su parte, los meses y años evaluados fueron diagnósticos para dar a conocer la importante labor que realiza el Cuerpos de Bomberos, al cuantificar la cantidad de incidentes, y más aún para identificar los tipos de fauna que mayoritariamente atiende este grupo de apoyo y atención de emergencias, principalmente en los cantones de Heredia, Santa Bárbara y Barva quienes ocuparon más de la mitad de los incidentes analizados.

A su vez, las entrevistas fueron diagnósticas para conocer la percepción, comportamiento o punto de vista de la población local acerca de los encuentros con fauna silvestre. De ahí, la importancia de fortalecer las estrategias de educación ambiental y las normas legales. Cabe resaltar que, la aplicación adicional de entrevistas directamente a la población urbana requiere un análisis cuidadoso, ya que las percepciones de respuestas podrían no ser altamente negativas si se tomara una mayor cantidad de muestra.

9. Recomendaciones

-Implementar un estudio más detallado, a nivel de especie, podría funcionar como método para afinar los requerimientos ecológicos y sociales que requiere el área de estudio para fortalecer las prácticas de conservación, que podrían promocionar fuertemente algunas entidades destacadas (por ejemplo, departamentos de gestión ambiental en los gobiernos locales).

-Resaltar a nivel cartográfico la presencia de Corredores Biológicos Interurbanos dentro del área mostraría posibles puntos de conectividad ecológica para el asentamiento y desarrollo de la fauna analizada en esta investigación. Y cuyo estudio promovería, además, el conocimiento sobre servicios ecosistémicos brindados por estos espacios, por ejemplo: resistencia al cambio climático, belleza paisajística y turismo. De igual forma, la inclusión de análisis geológicos, climáticos y forestales detallados a nivel de distrito

permitiría identificar otros factores que también promuevan la distribución representada de los incidentes.

- Por su parte, involucrar a todo tipo de actor social (campesino, jefas o jefes de hogar, entidades gubernamentales y privadas de los diferentes sectores) podría funcionar para enmarcar, modificar y promover más cantidad de pautas a detalle que visualicen el desarrollo sostenible del área y del país.

-Finalmente, se recomienda la continuación de dichos estudios debido al incremento poblacional constante que presenta el área, y las pocas investigaciones referentes a su vinculación con los incidentes. Esto, mediante la colaboración de profesionales no solamente del área biológica, sino de otras atinencias afines como la geografía, la cual demostró ser sumamente eficiente y concisa para el desarrollo de dicha investigación.

10. Fuente de financiamiento

Concepto	Monto estimado	Fuente de financiamiento
Software QGIS.	€0	No aplica/el acceso al sistema es gratuito desde el instalador https://qgis.org
Transporte y alimentación, para captura de fotografías de campo útiles para el montaje de la presentación final.	€30000	Fuente propia.
Total:	€30000	-

11. Conflicto de intereses

Se declara que no existe ningún tipo de conflicto de intereses asociado a la realización y obtención de resultados para dicha investigación. Ninguna institución anexa, compañía, empresa o entidad en general influyó directa o indirectamente con el diseño experimental ni la recolección de datos, así como en su análisis e interpretación. Todo el presente trabajo se llevó a cabo con independencia académica y siguiendo los principios éticos de cualquier investigación formal.

12. Cronograma

	Actividades y descripción (post prórroga)	Meses						
		1	2	3	4	5	6	7
Objetivo 1	1. Preparación de la información, y su georreferenciación							
	2. Análisis y construcción de cartografía							
	3. Búsqueda bibliográfica							
Objetivo 2	1. Ejecución de entrevistas.							
Objetivo 3	1. Planteamiento y redacción de propuestas							
	2. Búsqueda bibliográfica							
Redacción del documento final	1. Borrador							
	2. Revisión							
	3. Defensa							
	4. Finalización							

13. Referencias Bibliográficas

Acosta, V. (2013). Pérdida de hábitats y biodiversidad desvanecida en la ciudad de Heredia (Costa Rica). *Ambientico*, 233(1), 64-74.

Aguirre-Carmona, F. (2019). Propuesta para el fortalecimiento de las capacidades comerciales de la cámara de industria, comercio y turismo de la provincia de Heredia de Costa Rica. (Tesis de licenciatura). Escuela de Relaciones Internacionales, Universidad Nacional, Costa Rica.

- Alvarado-Espinoza, J. (2021). Atlas temático y actualización cartográfica del Corredor Biológico Interurbano Pará-Toyopán. (Práctica de Diplomado). Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Costa Rica].
- Angarita-Yanes, C. E., & Cáceres-Martínez, C. H. (2019). Reportes de felinos silvestres (Carnívora: Felidae) en el área urbana de Cúcuta, Nororiente de Colombia. *Mammalogy Notes*, 5(2), 2-5.
- Arias-Alzate, A. (2018). Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). *Caldasia*, 40(2), 335-348.
- Arias-Cubillos, J. D. (2019). Herramientas de apoyo mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la estructura de las cuencas hidrográficas en la Dirección de Gestión Ambiental del Sistema Hídrico (DGASH) dentro de la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB-ESP). (Tesis de licenciatura). Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
- Arroyo-Solórzano, M. & Rojas-Prendas, L. (2021). Potencial ecoturístico en Áreas Naturales Protegidas. Caso: Reserva Biológica Tirimbina, Sarapiquí, Provincia de Heredia, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 66(1), 289-312.
- Azofeifa-Rojas, I. (2021). Mortalidad por electrocución de monos congo (*Alouatta palliata*) debido a líneas eléctricas en Guanacaste, Costa Rica. *Mesoamericana*, 25(1), 15-21.
- Baldares, T. M. (2012). Plan regional urbano de la Gran Area Metropolitana de Costa Rica: avances y desafíos. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, 5(9), 73-74.
- Barragán-Mayet, K. F. & Silva-Castillo, R. O. (2023). Importancia ecológica, interacción y acciones civiles en la convivencia con especies de fauna silvestre urbanas. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(46), 12-13.
- Camacho-Chacón, J. (2021). Ética de la conservación y conflictos territoriales con jaguares (*Panthera onca*) y fauna silvestre asociada; análisis del discurso de cinco ONG de Costa Rica. (Tesis de Maestría). Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad de Costa Rica.
- Cuerpo de Bomberos Costa Rica. (08 de julio de 2023). Servicios de Protección y Prevención. Recuperado de: <https://www.bomberos.go.cr/>
- Davitt, B. B., Morrison, M. L., Marcot, B. G., & Manna, R. W. (1994). Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications. *Journal of Range Management*, 47(4), 316-317.

- Dertien, J. S. & Baldwin, R. F. (2022). Importance of private working lands for the conservation of neotropical birds on an urban-wilderness gradient. *Global Ecology and Conservation*, 38, e02200.
- Domínguez-Álvarez, A., Zenón-Cano, S., & Ayala-Barajas, R. (2007). Estructura y fenología de la comunidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea). *Divers Hábitats Ecol Comunidades*, 2, 421-432.
- Espinoza-Espinoza, N. A. (2022). Plan de restauración ecológica participativa para una finca productiva en Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Gallina-Tessaro, S., Hernández-Huerta, A., Delfín-Alfonso, C. A. & González-Gallina, A. (2009). Unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en México (UMA). Retos para su correcto funcionamiento. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 1(2), 143-152.
- García-Dobles, S. (2022). Pasantía en manejo, diagnóstico y terapéutica de especies silvestres en el centro de rescate Toucan Rescue Ranch, San Isidro de Heredia, Costa Rica. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- García-Feria, L. & Gallina-Tessaro, S. (2020). Percepción de visitantes acerca de la fauna silvestre en un Área Natural Protegida Urbana en Xalapa, Veracruz. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 6(1), 1-20.
- Giraudó, A. R., Arzamendia, V., Lopez, S. M., Quaini, R. O., Prieto, Y., Leiva, L. A., ... & Urban, J. M. (2008). Serpientes venenosas de Santa Fe, Argentina: conocimientos sobre su historia natural aplicados para la prevención de ofidismo. *Fabib*, 12, 69-89.
- Guillen-Montero, Douglas, Núñez-Román, Oscar Antonio, Vargas-Bogantes, Jacqueline. & Vega-Ramírez, Luis Mauricio. (2021). Situación de los Sistemas de Información Territorial para la gestión municipal: caso de la GAM, Costa Rica, 2018. *Revista Geográfica de América Central*, 66(1), 59-78.
- Gutiérrez-Figueroa, J. D. R. (2022). Propuesta socioeducativa desde la Administración de la Educación no Formal para la creación de una herramienta virtual sobre la diversidad de fauna urbana y reservas naturales (Leonel Oviedo, el Jardín Botánico José María Orozco y Finca 4) en el campus de la Universidad de Costa Rica. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Administración Educativa, Universidad de Costa Rica.

- Gutiérrez-Sanabria, D. R. (2017). Evaluación del riesgo de las carreteras nacionales para la fauna silvestre y el uso de ciencia ciudadana como herramienta para el monitoreo de fauna silvestre atropellada en Costa Rica. (Tesis de maestría). Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre (ICOMVIS), Universidad Nacional, Costa Rica.
- Hernández-Silva, D. A., Pulido Silva, M. T., Zuria, I., Gallina Tessaro, S. A. & Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta universitaria*, 28(4), 31-41.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). (2023). IUCN SSC guidelines on human-wildlife conflict and coexistence. First edition. Gland, Switzerland. *IUCN Resources*, 1(1), 152.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Resultados de Estimación de Población y Vivienda 2022*. Recuperado de: <https://inec.cr/noticias/poblacion-total-costa-rica-5-044-197-personas>
- León, G. C. (1989). El uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS) en el manejo de la fauna Silvestre. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(65), 89-98.
- Lomas-Albuja, M. N. (2021). Análisis Jurídico de la ordenanza que regula la tenencia, el manejo y protección de la fauna urbana de la ciudad de Tulcán, y su incidencia frente al Código Orgánico Integral Penal Vigente. (Tesis de licenciatura). Facultad de Jurisprudencia, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.
- Madden, F. (2004). Creating coexistence between humans and wildlife: global perspectives on local efforts to address human-wildlife conflict. *Human dimensions of wildlife*, 9(4), 247-257.
- Martínez-Calderón, C. (2022). Apoyo en la consolidación y visualización de la información generada desde el componente de manejo de vida silvestre, haciendo énfasis en las especies exóticas-invasoras priorizadas por las áreas protegidas administradas por Parques Nacionales Naturales, permitiendo visualizar la información generada por los tres niveles de gestión para facilitar el acceso a las personas interesadas. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.
- May, T. (2015). Variación interanual de la floración y visita de abejas en cuatro especies de árboles de bosque seco en República Dominicana. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ*, 12(29), 15-28.

- Molina-Vizcaíno, C. (2024). Pasantía en manejo, diagnóstico y abordaje terapéutico de especies silvestres en el centro de rescate Toucan Rescue Ranch, San Isidro, Heredia. (Tesis de licenciatura). Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Monge-Nájera, J. (2018). Las cuatro etapas históricas de la ecología urbana en Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10(1), 13-14.
- Morales-Cerdas, V., Piedra Castro, L., Romero Vargas, M. & Bermúdez Rojas, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1421-1435.
- Morales, H. A. (2023). Fauna silvestre atropellada en la Ruta Nacional 21: ¿cuáles especies están en riesgo en el cantón de Carrillo, Guanacaste? *Biocenosis*, 34(1), 53-63.
- Munguía, M., Trejo, I., González-Salazar, C. & Pérez-Maqueo, O. (2016). Human impact gradient on mammalian biodiversity. *Global Ecology and Conservation*, 6, 79-92.
- Murillo, J. H., Román, S. R., Torres, L. D. S. & Delgado, F. C. (2009). Aplicación de técnicas quimiométricas para clasificar la calidad de agua superficial de la microcuenca del río Bermúdez en Heredia, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 22(4), 75-85.
- Murillo, L. P. P., & Cambroner, E. M. (2020). Analysis of the interactions between humans and crocodiles in Costa Rica. *South American Journal of Herpetology*, 16(1), 26-33.
- Natera, M., Almeida, F., & Pérez, E. (2005). Recent reports of snake accidents in the northwestern region of Guarico State, Venezuela/Reportes recientes de accidentes ofídicos en la región noroccidental del Estado Guarico, Venezuela. *Herpetotropicos: Tropical Amphibians & Reptiles*, 2(1), 43-47.
- Nyhus, P. J. (2016). Human-wildlife conflict and coexistence. *Annual review of environment and resources*, 41(1), 143-171.
- Odio-Cordero, L. A. (2023). Pasantía en el Laboratorio de Parasitología de la Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional y en el Instituto de Parasitología, Universidad de Medicina Veterinaria Hannover. (Tesis de Licenciatura). Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Porras, L. P., Vázquez, L.-B., Sarmiento-Aguilar, R., Douterlungne, D., & Valenzuela-Galván, D. (2016). Influence of human activities on some medium and large-sized

- mammals' richness and abundance in the Lacandon Rainforest. *Journal for Nature Conservation*, 34, 75–81.
- Quantum GIS (2024). *QGIS: Geographic Information System*. (version 3.34.2) [software]. QGIS Association. <http://www.qgis.org/>
- Quesada-Acuña, S. G. (2018). Serpientes de la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. *UNED Research Journal*, 10(1), 81-90.
- Rendón, F. P. M., & Solorzano, D. R. V. (2023). Conflictos fauna silvestre-humanos en el área de influencia al Bosque Protector Cordillera Chongón Colonche. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(3), 745-763.
- Reyes-Päcke, S., & Figueroa-Aldunce, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, 36(109), 89-110.
- Rodina, K., Milatovic, L. & Espinoza, F. (2023). Manejo de vida silvestre. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <https://www.fao.org/>
- Rodríguez-Bustamante, E., Arreguín-Espinosa, R., López-González, C.A. & Lara-Díaz, N.E. (2019). Aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) en la conservación de fauna silvestre. Libro Final del DÉCIMO SEMINARIO INTERNACIONAL DE EX-BECARIOS DE ALEMANIA sobre INGENIERÍA VERDE Y SUS APLICACIONES A LA GESTIÓN DEL AGUA (CALIDAD Y DISPONIBILIDAD). Ciudad de México, México: DAAD e.V.
- Rodriguez-Tapia, M. G. (2023). Plan de manejo previo a la obtención de la patente de conservación de vida silvestre ex situ, en la hacienda Tunkahuan, parroquia La Matriz, cantón Guano, provincia de Chimborazo. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Romero-Vargas, M; Bermúdez- Rojas, T; Alfaro-Sánchez, M & Durán-Apuy, A. (2025). Construcción colectiva de una estrategia de Corredor Biológico Interurbano en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, utilizando la metodología de la cartografía social. En J.M. Diez Tetamanti & I Araya Ramírez. Experiencias cartográficas 2. Caminos de encuentro latinoamericano (pp. 93-115). Editorial Margen.
- Saavedra, N. S. (1992). Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones. *Ingeniería e investigación*, 28(1), 31-40.

- Sánchez-Paniagua, K. (2019). Composición de parásitos presentes en poblaciones de mapaches (*Procyon lotor*, Carnivora: Procyonidae) del GAM: recomendaciones para su manejo. (Tesis de licenciatura). Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional, Costa Rica].
- Sasa, M., Wasko, D. K., & Lamar, W. W. (2009). Natural history of the terciopelo *Bothrops asper* (Serpentes: Viperidae) in Costa Rica. *Toxicon*, 54(7), 904-922.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Siabato, W. (2018). Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27(1), 1-9.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (14 de mayo de 2023). Áreas de Conservación. SINAC. Recuperado de: <https://www.sinac.go.cr/>
- Sosa-Nishizaki, Ó. (2009). Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. *Capital natural de México*, 2(1), 247-276.
- Soto, M. A. (2009). Conflictividad socioambiental y gestión integrada de microcuencas. El caso de la zona periurbana de la provincia de Heredia. Gran Área Metropolitana, Costa Rica. *Recursos Rurais*, 59(5), 7-13.
- Spearman, C. (1987). The proof and measurement of association between two things. *The American journal of psychology*, 100(3/4), 441-471.
- The Open-Source Data Science Company (Posit team). (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. (version 2024.12) [software]. Posit Software. <http://www.posit.co/>
- Tosi, J.A. (1969). Mapa Ecológico de Costa Rica, basado en la Clasificación Vegetal Mundial de L.R. Holdridge de 1967 [mapa]. Centro Científico Tropical. Recuperado de: <https://repositorios.cihac.fcs.ucr.ac.cr/cmelendez/handle/123456789/149?mode=full>
- Trigueros, A. J. M., Trigueros, D. M., Picado, J. N. & Piedra-Castro, L. (2022). Diversidad y patrones de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes en el Refugio de Vida Silvestre Lapa Verde, Heredia, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 242-258.

- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (2024). Directrices de la CSE de la UICN sobre conflictos y coexistencia humano-vida silvestre. *Editorial UICN*, 1(1), 9-20.
- Valdez, R. (2014). Perspectivas del manejo y la conservación de la fauna silvestre. R. Valdez & S. JA Ortega (Eds.). *Ecología y Manejo de fauna silvestre en México*, 21-40.
- Vallejos, M. (2018). La gestión de servicios municipales y su impacto en el desarrollo local. Caso municipalidades de la provincia de Heredia, Costa Rica. *REVISTA Centroamerica de Administración Pública*, 74(1), 146-176.
- Vargas-Briceño, A. & Campos-Durán, D. (2022). Fauna incidents critical point identification and recommendations for its conservation, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(2), 211-225.
- Vargas, M. R., Castro, L. P., Chacón, R. V., Monge, R. M. & Obando, F. N. (2011). EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE UN ECOSISTEMA URBANO: EL CASO DE LA ICROCUENCA DEL RÍO PIRRO, HEREDIA, COSTA RICA. *Revista Geográfica de América Central*, 2(47), 41-69.
- Wasko, D. K., & Sasa, M. (2009). Activity patterns of a neotropical ambush predator: spatial ecology of the Fer-de-lance (*Bothrops asper*, Serpentes: Viperidae) in Costa Rica. *Biotropica*, 41(2), 241-249.
- Wei-Salas, S. (2009). Caracterización del uso agrícola del suelo de la Gran Área Metropolitana (GAM). (Tesis de licenciatura). Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José.
- Williams, M., Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Edgeworth, M., Bennett, C., Barnosky, A. D., ... & Zhisheng, A. (2016). The Anthropocene: a conspicuous stratigraphical signal of anthropogenic changes in production and consumption across the biosphere. *Earth's Future*, 4(3), 34-53.