

CÁMARAS TRAMPA, UNA VENTANA A LA VIDA SILVESTRE EN RESERVAS NATURALES. REVISIÓN DE LITERATURA Y TENDENCIAS

Camera traps, a window into wildlife in nature reserves.
Literature review and trends

Leyder Hernán López Díaz

Corporación Universitaria Minuto de Dios
<https://orcid.org/0000-0001-8056-5965>
leyder.lopez@uniminuto.edu

Daymer Arley García Galindo

Corporación Universitaria Minuto de Dios
<https://orcid.org/0000-0001-7632-2602>
dagarcia@uniminuto.edu

Andrea Marisela Ruiz Páez

Corporación Universitaria Minuto de Dios
<https://orcid.org/0000-0003-0281-5783>
andrea.ruiz.p@uniminuto.edu

Colombia

RESUMEN

La acelerada innovación tecnológica, el auge y el valor económico hoy en día de las cámaras trampa, han permitido que técnicas como el foto trampeo, permitan detectar vida silvestre en zonas nombradas como reservas naturales, generando registros de alto interés a partir de la captura de imágenes y videos por medio de equipos fotográficos y otros elementos como los sensores de movimiento, cámaras digitales, tarjeta de memoria, infrarrojos y baterías. Esta técnica se emplea en diversas investigaciones de la fauna silvestre, la educación ambiental y el control de especies. Por lo tanto, esta investigación realiza una revisión de literatura que muestra las relaciones entre diferentes palabras clave, indicando conocimiento relevante sobre las cámaras trampa y la detección de vida animal. Se hizo una búsqueda de diferentes documentos en la base de datos WoS y lo mismo en Scopus con un rango de fechas entre 2005 y 2022, a su vez, se emplearon técnicas de búsqueda, diferentes herramientas digitales de bibliometría y análisis de redes, identificando dos clústeres de investigación. Finalmente, se hace entrega de las futuras investigaciones.

Palabras Clave: Biodiversidad, fauna, foto trampeo, imágenes, polígono geográfico, reserva natural.

ABSTRACT

The accelerated technological innovation, the boom, and the economic value today of camera traps, have allowed techniques such as photo trapping, to detect wildlife in areas named as nature reserves, generating records of high interest from the capture of images and videos through photographic equipment and other elements such as motion sensors, Digital cameras, memory card, infrared and batteries. This technique is used in various wildlife research, environmental education and species control. Therefore, this research conducts a literature review that shows the relationships between different keywords, indicating relevant knowledge about camera traps and the detection of animal life. A search of different documents was made in the WoS database and the same in Scopus with a range of dates between 2005 and 2022, in turn, search techniques, different digital tools of bibliometrics and network analysis were used, identifying two research clusters. Finally, future research is delivered.

Key Words: Biodiversity, fauna, photo trapping, images, geographic polygon, nature reserve.

INTRODUCCIÓN

La técnica del foto trampeo permite realizar un seguimiento eficaz de la fauna sin necesidad de invadir el hábitat, se desarrolla en cualquier terreno, especialmente en las zonas denominadas como reservas naturales. Entre las principales ventajas se encuentra la identificación de especies, evaluando su edad y sexo y la estructura del terreno (Cacuango Rosero, E. S., & Chuchuca Chacha, A. E. ,2021).

La técnica del foto-trampeo permite la detección de animales por medio de imágenes y/o videos y esto permite realizar un conteo del número de especies animal y algunas características importantes del área ecológica. La aplicación de esta técnica puede ser costosa al inicio, pero la ventaja es que no se necesita de personal permanente, ni tampoco depender de una situación ambiental, incluso no se necesita de investigadores expertos (Domínguez-Vega, H., Gómez-Ortiz, Y., Fernández-Badillo, L., de Vida, P. I. D. M., Silvestre, X., & Reptilia, P., 2019). Particularmente, este método busca en especial, detectar especies raras y/o en peligro de extinción, con el propósito final de generar espacios de concientización a la población civil cercana a las zonas de reservas naturales.

Durante la aplicación del foto trampeo se pueden presentar algunas falencias en la sistematización de las imágenes y/o videos recolectados ya que actualmente no se cuenta con una estandarización de esta (Tirira, D. G. , 2022), se debe tener en cuenta que se

obtiene una colección científica, que permite contribuir de manera significativa a los entes gubernamentales a estudios de la biodiversidad presente en un área específica. Por tanto, es necesario pensar en herramientas que faciliten la sistematización de toda la información recolectada, bases de datos, aplicación WEB, aplicaciones móviles, etc.

Otro inconveniente en la gestión de los datos con el foto trampeo es el volumen de información a ser procesado. En algunos pequeños proyectos se utilizan numerosas cámaras durante un periodo determinado, obteniendo centenares de imágenes mensuales y hasta miles de imágenes anuales en proyectos más robustos (Guerrero Fernández, J. J. , 2021). Es evidente, que cada proyecto de investigación y uso de esta técnica tendrá una solución práctica a los dos problemas en mención, pero muchos investigadores están concluyen que les resulta costoso emplear personal dedicado al procesamiento de las imágenes y a la sistematización de estas.

Por lo tanto, este artículo presenta un análisis de literatura sobre las cámaras trampa y la detección de vida animal, por medio de herramientas y técnicas de bibliometría. Para cumplir con este objetivo, se desarrolló una búsqueda de diferentes documentos en la bases de datos de WoS y en Scopus, con un rango de fechas de años entre 2005 al 2022. Se diseñaron las respectivas líneas de código de programación y con la herramienta R Studio Cloud se pudo diseñar los respectivos gráficos y tablas, a su vez se realizó un análisis de red, clasificando los documentos más relevantes, organizando las categorías por raíz, tronco y hojas, de esta manera, se logra evidenciar nuevas líneas de investigación a futuro.

METODOLOGÍA

Se realiza una búsqueda de información relevante en relación con el tema del foto trampeo y la detección de animales, utilizando diferentes herramientas y técnicas de bibliometría. Por consiguiente, se establecen dos fases, la primera que corresponde al análisis documental en donde se realiza un procedimiento como lo indica (Zupic y Čater, 2019), se selecciona toda la producción científica presente en WoS y Scopus, identificando resultados países, autores y años, utilizando cienciometría y bibliometría (Aria & Cuccurullo, 2018), seguidamente con R Studio se buscan similitudes (Acevedo, 2020; Di Vaio, 2021; Duque, Samboni, 2020; Duque, Trejos, 2021; Landinez, 2019; Queiroz, Wamba, 2021; Secinaro, 2021; Tani, 2018., y una segunda fase, en donde se desarrolla un

análisis de red, reconociendo así los diferentes documentos con mayor importancia y las diferentes áreas de investigación del tema de este artículo.

Mapeo científico

A continuación, se relacionan los parámetros de búsqueda en las bases de datos.

Tabla 1. Referencias de Búsqueda

Base Bibliográficas	WoS	Scopus
Rango de consulta	2005 - 2022	
Fecha de consulta	26 de mayo de 2023	
Tipos de documentos	Artículos	
Tipos de revistas	Diferentes enfoques	
Campos de búsqueda	Resúmenes, palabras claves y títulos	
Formula de búsqueda	("Cameras traps" AND animal detection) OR (Cameras traps AND fauna) OR ("Cameras traps" AND "Biodiversity")	
Resultados	839	821
Resultado total	1496	

Fuente: Autores (2023)

De acuerdo con la aplicación de la fórmula y criterios de búsqueda en las respectivas bases de datos, se evidencian 839 WoS y 821 Scopus, para un total de 1496, tener en cuenta que, para este total, se eliminaron documentos duplicados. Los parámetros de búsqueda fueron cámaras trampa, detección de animal, biodiversidad y fauna, se tuvo en cuenta documentos con idiomas diferentes en especial en inglés y español.

Tabla 2. Búsqueda de documentos por Idioma

IDIOMA	PORCENTAJE	CONTEO
ENGLISH	0.95	1427

CHINESE	0.02	29
SPANISH	0.01	20
PORTUGUESE	0.01	9
RUSSIAN	0.01	7
OTHERS	0.01	9

Fuente: Autores (2023)

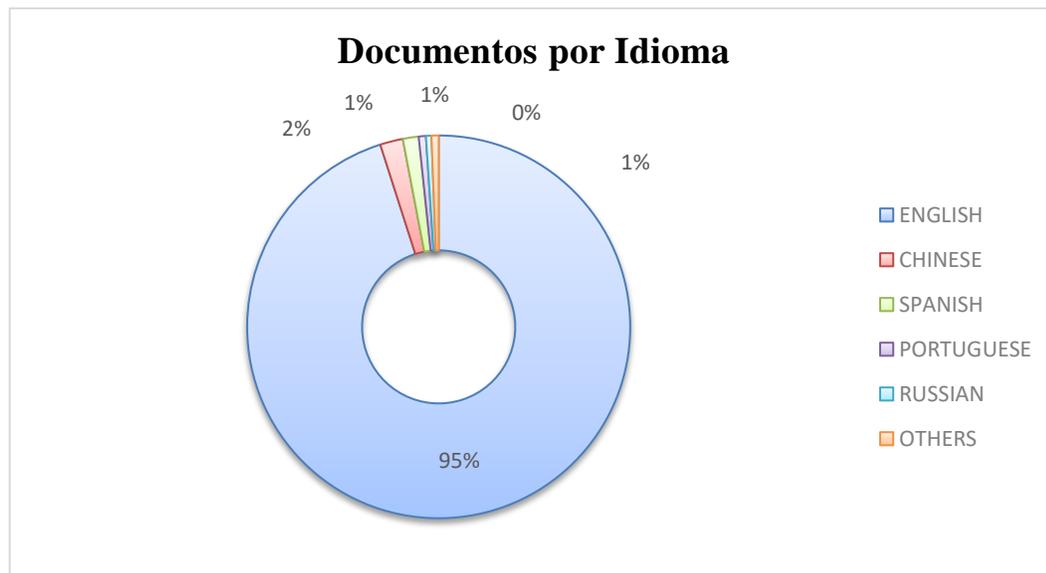


Figura 1. Documentos por Idioma

Fuente: Autores. (2023).

Como se puede observar en la figura 1, se identifica que el 95% de las publicaciones se encuentra en idioma inglés, mientras un 2% en chino y en otros idiomas el 3%. El idioma inglés es el que más predomina, debido a que la mayoría de los autores escriben sus documentos en este idioma, con el propósito de lograr una mayor visibilidad (Vera et al., 2019).

Para obtener un eficiente análisis de red, se utilizó en R Studio Cloud, en el cual se combinan las semillas que se exportan de las bases de datos mencionadas anteriormente, con toda la información literaria y parametrizada por títulos, palabras claves, autores y revistas, toda esta información se fusionó y se eliminó información duplicada,

posteriormente se detectan referencias y se construyen las cocitaciones representadas en grafos (Wallis, 2007; Yang et al., 2018). Luego se calculan 3 indicadores: Indegree, es el número de veces que han referenciado un documento (Wallis, 2017), Outdegree, las conexiones de los diferentes documentos (Wallis, 2017) y Betweenness, promedio de presencia de los documento en una red (Freeman, 2017). Como resultado, se obtiene una red con conocimiento amplio del tema de las cámaras trampa y su uso investigativo en la biodiversidad.

Las cocitaciones obtenidas, evidencian la estructurada de un área de conocimiento, permiten identificar las diferentes subáreas de la investigación (Woisetschläger, 2017; Zuschke, 2020), estas se clasifican en tres categorías:

La primera categoría son las raíces, corresponde a los documentos en donde se inician las primeras investigaciones, son publicaciones citadas, pero estas, no citan a otras (Wallis, 2017).

La siguiente categoría es el tronco, son los documentos que realizan citación a otros y también son citados (Zhang & Luo, 2017), estos documentos son el fundamento de las primeras investigaciones y las investigaciones actuales.

En la última categoría, se encuentran las hojas, que corresponde a los nuevos documentos publicados y realizan citaciones a otros (Wallis, 2017), estos documentos son los determinan la tendencia actual del área de investigación. (Buitrago, 2020; Clavijo-Tapia, 2021; Duque, Meza, 2021; Duque, 2020; Cervantes, 2019; Ramos, 2021; Trejos-Salazar, 2021).

Esta metodología ha sido utilizada y aplicada en diferentes investigaciones, entregando resultados muy interesantes (Buitrago, 2020; Duque, 2020; Cervantes, 2019; Duque, 2020; Salazar, 2020; Zuluaga, 2016).

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Se realizó un análisis bibliométrico entre los años 2005 y 2022 de los diferentes documentos registrados en WoS y Scopus, estableció la producción total, eliminaron registros duplicados y presentaron los siguientes resultados.

Tabla 3. Producción científica por base de datos y por año

Año	WoS	Scopus	Total
2005	3	4	7
2006	3	3	6
2007	7	4	10
2008	8	13	18
2009	9	7	15
2010	7	10	16
2011	18	16	33
2012	20	17	35
2013	24	36	55
2014	30	39	63
2015	51	32	73
2016	43	54	91
2017	59	61	107
2018	81	74	140
2019	84	82	146
2020	91	99	168
2021	119	111	208
2022	121	124	218

Fuente: Autores. (2023).

Fueron identificados 1496 documentos relacionados con temas del uso de cámaras trampa en terrenos determinados, biodiversidad y fauna. Se establece una tendencia de crecimiento promedio anual del 28%. A su vez, se puede observar que en los últimos 10 años, ha crecido el interés por los investigadores, generando diferentes documentos.

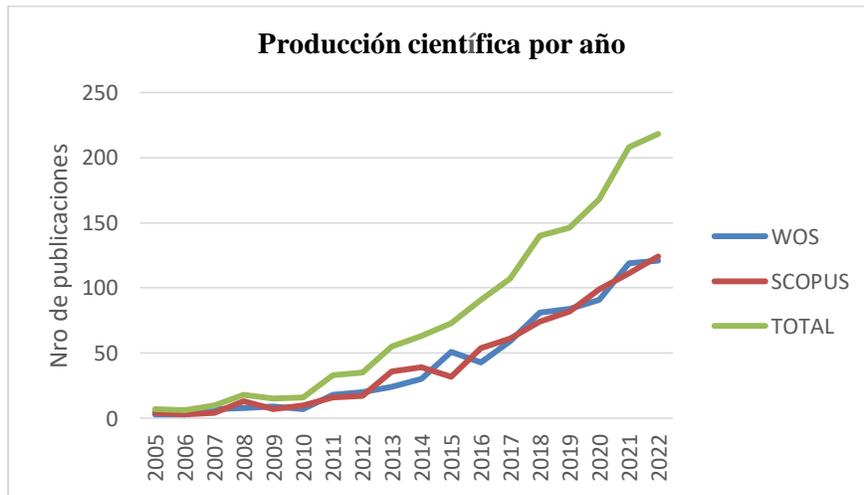


Figura 2. Producción científica por año

Fuente: Autores (2023)

En la tabla 4, se pueden observar los primeros 12 países que generan publicaciones relacionadas con el tema de investigación del presente artículo.

Tabla 4. Producción por países

País	WoS	Scopus	Total
USA	192	161	309
AUSTRALIA	128	74	180
UNITED KINGDOM	67	63	109
BRAZIL	65	27	88
CHINA	27	56	78
GERMANY	25	34	54
MEXICO	39	11	48
INDIA	14	23	36
JAPAN	22	18	35
ITALY	29	10	34
CANADA	25	20	34
SPAIN	22	10	29

Fuente: Autores (2023)

La figura 3, muestra que, en los 3 primeros puestos, se destacan Estados Unidos con el 21%, Australia con el 12% y Reino Unido con el 7%. En términos generales, 4 países son de Europa y aportan el 15%, lo cual es verídico con la información suministrada al inicio del documento, en donde se enmarca la importancia del continente en las investigaciones relacionadas con las cámaras trampa. Estados Unidos concentra el 21% y la participación de 2 países Latinoamericanos con el 9%.

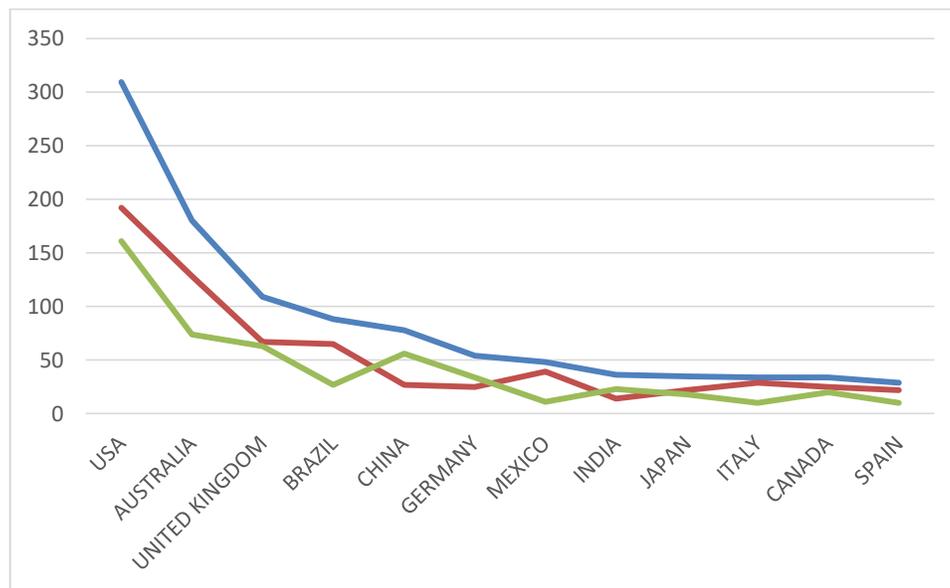


Figura 3. Producción científica por año

Fuente: Autores. (2023)

En la tabla 5 se identifican los primeros 10 autores con más publicaciones relacionadas con el tema de cámaras trampa e investigaciones aplicadas en la biodiversidad, al mismo tiempo las citas y el Index h (Mide la producción de cada investigador (Hirsch, 2018), se destacan 3 investigadores, Kays R, de la Universidad Estatal de Carolina del Norte, Departamento de Silvicultura y Recursos Ambientales, Raleigh, Estados Unidos, Rovero F. de la Università degli Studi di Firenze, Florencia, Italia y Macdonald David W de la Universidad de Oxford Centro médico del hospital infantil de Cincinnati.

Tabla 5. Producción por Autores

Autor	WoS			Scopus			Total, Publicaciones
	#Public.	#Citas	Índice H	#Public.	#Citas	Índice H	
BEIRNE C	8	190	0	7	527	13	8
BURTON AC	9	2263	23	9	1587	8	11
CARBONE C	7	587	0	9	412	1	15
FISHER JT	7	4973	34	9	3254	12	13
KAYS R	17	7656	15	23	11159	55	33
MACDONALD DW	13	21874	87	10	15480	45	23
ROVERO F	17	3557	13	13	7174	36	27
ROWCLIFFE JM	10	5067	50	13	4325	14	15
SOLLMANN R	8	1295	21	0	524	2	14
KELLY MJ	0	2973	37	10	1589	25	17

Fuente: Autores (2023)

En la tabla 6, se puede observar algunas revistas que realizan publicaciones relacionadas con la investigaciones del tema del presente artículo. Las 3 revistas que más sobresalen es WILDLIFE RESEARCH con un total de 29 registros, seguido por ESPACIOS con un total de 19 registros y por último METHODS IN ECOLOGY AND EVOLUTION con un total de 17 registros. Estas tres revistas aportan en conjunto el 27% de la producción de la temática en mención.

Tabla 6. Producción por revistas

Fuentes	WoS	Scopus	Total	%
WILDLIFE RESEARCH	29	NA	29	12%
ESPACIOS	NA	19	19	8%
METHODS IN ECOLOGY AND EVOLUTION	17	NA	17	7%
ECOLOGY AND EVOLUTION	16	NA	15	6%
ANIMALS	15	NA	15	6%
ORYX	15	NA	15	6%
PLOS ONE	12	NA	12	5%
STUDIES ON NEOTROPICAL FAUNA	12	NA	12	5%
EDUCACAO E PESQUISA	NA	12	12	5%
ANIMAL CONSERVATION	10	NA	10	4%
ECOSPHERE	10	NA	10	4%
MAMMALIAN BIOLOGY	10	NA	10	4%
WILDLIFE SOCIETY BULLETIN	10	NA	10	4%
BIODIVERSITY AND CONSERVATION	9	NA	9	4%
BIOLOGICAL CONSERVATION	9	NA	9	4%
EUROPEAN JOURNAL OF WILDLIFE RESEARCH	9	NA	9	4%
GLOBAL ECOLOGY AND CONSERVATION	9	NA	9	4%
JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY	9	NA	9	4%
JOURNAL OF WILDLIFE MANAGEMENT	9	NA	9	4%
JOURNAL OF ZOOLOGY	9	NA	9	4%

Fuente: Autores (2023)

La figura 4, ilustra las cuatro redes que hacen parte del análisis bibliométrico representando en gráficos, la primera imagen superior izquierda, representa la red de cocitación de los autores con mayor número de citaciones (White, 2016). Karanth, Rowcliffe, Rovero, Tobler y Burton los más destacados.

En la segunda imagen superior derecha, se encuentra la red de colaboración entre autores, se destacan 4 comunidades, la comunidad más grande es la de los autores Kays, Rovero, Jansen, Cove Mc, Carbone C, Rowcliffe y Macdonald Dw. La tercera imagen inferior izquierda tenemos la red de colaboración de los diferentes países y se resalta Estados Unidos, lo cual también se comprobó en la figura 3 y tabla 4.

En la cuarta imagen inferior derecha es visualizada la red de coincidencia de palabras, aquí se evidencian dos grupos diferenciados por colores; En rojo palabras como fotografía, cámara y animal y en azul palabras como cámara, animal, biodiversidad, trampas. Existen palabras comunes en los dos grupos como lo son cámara y animal.

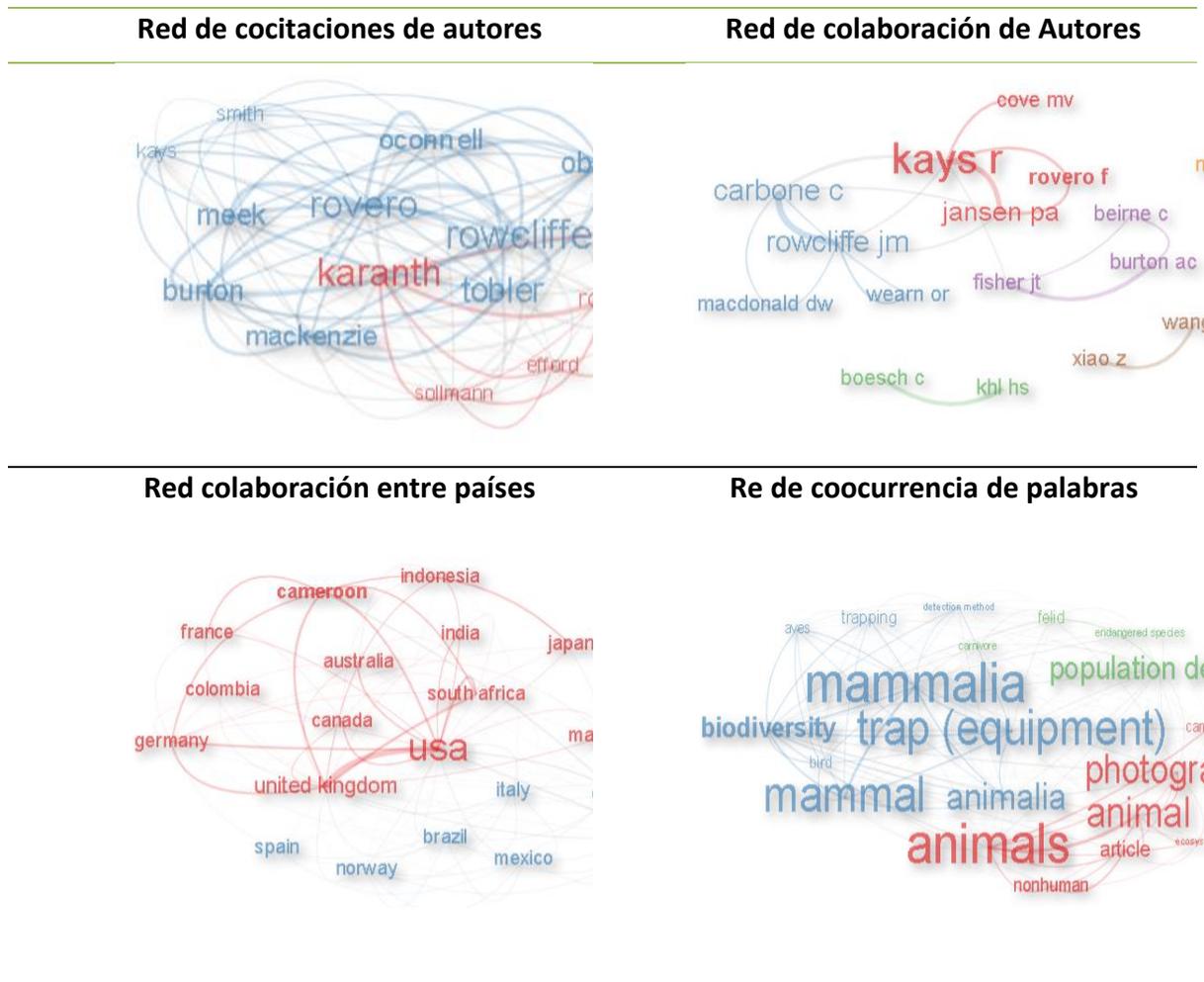


Figura 4. Redes

Fuente: Autores. (2023)

Análisis de Red

Raíz

En este apartado se nombran algunas investigaciones que dieron inicio al tema de investigación del presente artículo, en donde utilizan la técnica del fototrampeo para obtener información relevante de animales salvajes presentes en reservas naturales. Las primeras investigaciones se concentran en hallar especies como las panteras, tigrillos, osos, entre otros. Y rápidamente diferentes entes de control se vieron interesados en obtener este tipo de información.

Los esfuerzos de parte de diferentes programas de conservación de carnívoros necesitan obtener datos ecológicos que aborden la coexistencia de especies similares y que habitan en la misma área, como los felinos neotropicales de gran tamaño. Entre ellos se encuentran los puma y las panteras (Currier, 1983). En áreas donde dos especies coexisten en el mismo hábitat, la literatura científica destaca la presencia de jaguares en entornos cercanos a ríos (Quigley 2002, Emmons 1987, Leite 2002, Schaller ,1980). También es de tener en cuenta que los pumas se adaptan a hábitats más áridos, y tienen la capacidad de cazar una amplia variedad de otros animales (Farrell, 1999; Polisar, 2002).

En el caso de los felinos, el uso de cámaras trampa ha sido ampliamente utilizado para estimar el tamaño de las poblaciones (Carbone, 2001; Karanth, 2000). Esta técnica no invasiva ha demostrado producir información de datos sólida en los primeros tres meses (Maffe, 2004; Weckler, 2006).

Un ejemplo que se puede citar es el método aplicado con éxito en México en zona de la costa de Jalisco, en Campeche y la Selva Chiapas (Azura, 2004; Ceballos, 2005; López, 2002; Núñez, 2000).

Otros estudios han llevado a cabo el monitoreo de animales salvajes en áreas protegidas utilizando cámaras fotográficas que permiten evaluar la presencia de especies como los jaguares (Karanth, 2002; Lynam, 2002).

El foto-trampeo ha sido utilizado con éxito en una amplia gama de organismos, desde osos negros hasta rinocerontes, según han demostrado investigaciones previas (Schaik, 1993; Lawrence, 1994). Estas herramientas son especialmente útiles para el

estudio de especies raras o difíciles de observar, que muestran comportamientos crípticos y evasivos.

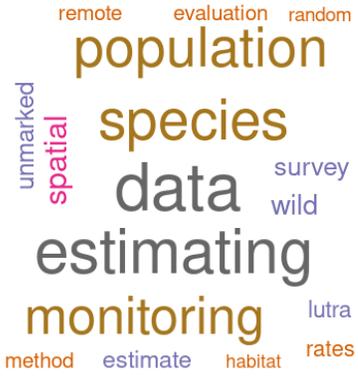
Tronco

En el siguiente apartado se revisa la literatura un poco más relevante con el propósito de verificar si existen cambios en objeto de estudio, es decir, si las investigaciones se concentran aun en animales salvajes o por el contrario aparecen nuevas especies.

El foto trapeo, es una técnica no invasiva que proporciona valiosa información sobre las características de las especies. La utilización esta técnica permite analizar de forma más exhaustiva distintos aspectos relacionados con la biología de estos seres vivos, como, por ejemplo, sus actividades, comportamientos y la concentración de especies de tamaño mediano y grande, como los depredadores, cuyas conductas resultan complicadas de estudiar mediante la observación directa (Kelly et al., 2008; Wemmer et al., 1996; Vaughan et al., 2011; Trolle y Kery, 2005). En la actualidad, la utilización de fotografías como herramienta de estudio en el campo de la biología de mamíferos presenta la ventaja de adquirir imágenes de alta calidad, acompañadas de datos como el horario, la fecha, la temperatura (Cutler y Swan, 1999; Vaughan et al., 2011; Wemmer et al., 1996).

El uso de imágenes ha contribuido significativamente al conocimiento actual de la diversidad de mamíferos silvestres. Se han registrado especies de forma novedosa en varios estados del país, como el ocelote (Chávez, 2005) y Guanajuato (Sánchez, 2012), en Querétaro (Jiménez y López, 2011) y en Puebla (Bravo, 2011). Además, también se han realizado investigaciones Quintana (Matus, 2010), comportamientos asociados a panteras (Faller-Menéndez, 2007)

En otras investigaciones relacionadas con el tema, puede encontrarse uno de los tantos ejemplos desarrollados en Colombia. Los armadillos son mamíferos exclusivos de la región neotropical, presentes hace muchos millones de años (Möller, 2007), constan de 20 especies diferentes (Abba, 2015; Gibb, 2016). En Colombia, se han registrado varios de ellos (Humanez, 2015), especialmente en la región de la Orinoquia colombiana (Martínez, 2016).

2	Sensibilización por el cuidado de los animales presenten en las áreas de reserva natural	<p>GILBERT, N. A., CLARE, J. D., STENGLEIN, J. L., & ZUCKERBERG, B. (2021)</p> <p>GUTIÉRREZ, MÉNDEZ-CARVAJAL, P. G. (2021)</p> <p>QUIROGA PACHECO, C. J., HIDALGO-COSSIO, M., & VELEZ-LIENDO, X. (2020)</p> <p>GARCÍA, L. C., GUILLEN, R., & SAVAGE, A. (2020)</p> <p>CHACÓN-PACHECO, J., BALLESTEROS-CORREA, J., & RACERO-CASARRUBIA, J. (2019)</p> <p>DANIEL COSSIOS, E., & RICRA ZEVALLOS, A. (2019)</p> <p>WEILER GUSTAFSON, A. (2018)</p> <p>PÉREZ, MANDUJANO, S. (2018)</p> <p>BARROS-DIAZ, J. A. (2018)</p> <p>LÓPEZ ARÉVALO, H. F., MORALES-MARTÍNEZ, D. M., MORA-BELTRÁN, C., CALDERÓN-CAPOTE, M. C., CÁRDENAS-GONZÁLEZ, C., ATUESTA-DIMIAN, (2021)</p>	
---	--	--	---

Fuente: Autores (2023)

CLÚSTER 1. LA IMPORTANCIA DE MONITOREAR ANIMALES SIN PERTURBARLOS.

En el análisis de la nube de etiquetas, se puede observar que los diversos autores muestran preocupación por el crecimiento de la población humana cerca de reservas naturales, lo cual plantea desafíos en la conservación y cuidado de la fauna silvestre. Existe un consenso general en cuanto a la importancia de monitorear a las diferentes especies dentro de su hábitat sin perturbarlos con presencia de humanos. Todos los documentos de investigación revisados proponen el uso de sistemas de foto-trampa, con el objetivo de obtener imágenes que brinden información sobre posibles especies presentes.

El empleo de cámaras-trampa en proyectos de investigación se ha utilizado desde hace aproximadamente tres décadas y en la actualidad se está aprovechando al máximo gracias a los avances tecnológicos (O'Connell, 2011). Este enfoque es reconocido como una técnica no intrusiva que posibilita la investigación de especies que presentan dificultades para ser observadas directamente, ya sea por su comportamiento o por su escasa presencia en la población (Thompson, 2004). Este tipo de técnica proporciona una gran cantidad de

información en poco tiempo y con poco personal, lo cual lo convierte en un método atractivo para el monitoreo a largo plazo de la fauna silvestre en diversos hábitats.

Específicamente, el uso de foto-trampas se ha aplicado en inventarios de especies (Jiménez et al., 2010), estimaciones de abundancia, principalmente de felinos (O'Brien et al., 2003), cálculo de índices de abundancia relativa de diversas especies (Monroy-Vilchis et al., 2011), evaluación de la ocupación de áreas (Cove et al., 2013), análisis del uso del hábitat (Di Bitetti et al., 2006; Foster et al., 2010; McCarthy et al., 2015), y estudio de patrones de actividad (Foster et al., 2013; Ávila-Nájera et al., 2016), entre otras aplicaciones relevantes.

Clúster 2. Sensibilización por el cuidado de los animales presenten en las áreas de reserva natural.

Se encuentran diferentes investigaciones que tienen relación con la sensibilización por el cuidado de los animales presenten en las áreas de reserva natural. A continuación, se cita un ejemplo.

En la Selva Lacandona, ubicada al sureste de Chiapas, México, se encuentra una de las poblaciones más importantes de jaguares (de la Torre, 2011). En esta población se han realizado muchas investigaciones (de la Torre, 2011; Rivero, 2017; Towns, 2017).

Se ha estimado previamente que las Áreas Naturales Protegidas de la Selva Lacandona albergan aproximadamente 110 jaguares, convirtiéndola en una de las poblaciones más relevantes de esta especie en México (de la Torre y Medellín, 2018). Además, esta región es de alta prioridad para la conservación, tanto para el gobierno mexicano como para numerosas organizaciones no gubernamentales. Esto se debe a que la Selva Lacandona tiene un gran bosque lluvioso y representa el ecosistema más diverso México (de la Torre y Medellín, 2018).

Sin embargo, la Selva Lacandona enfrenta una grave amenaza debido a la inminente destrucción causada por la actividad humana. En respuesta a esta situación crítica, se han llevado a cabo diversas acciones en los últimos cuatro años dentro del marco del Programa de Recuperación de las diferentes especies en Riesgo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

El propósito de estas actividades es preservar la presencia del jaguar en la región de la Selva Lacandona. Como parte de estas estrategias, el equipo ha brindado capacitación a los agricultores y ganaderos locales con el fin de promover la protección del jaguar y su entorno natural en esta zona.

Diferentes líneas de investigación futuras

En la actualidad, los diferentes proyectos de investigación se centran en el tema del fototrampeo y el cuidado de los animales presentes en reservas naturales. Es esencial indagar sobre metodologías, tecnologías interdisciplinarias y prácticas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de esta técnica.

A continuación, se relacionan temas de interés.

Tabla 8. (Futuras líneas de investigación)

Clúster	Línea	Referencia
La importancia de monitorear animales sin perturbarlos.	<ul style="list-style-type: none"> Lograr la obtención de un inventario confiable y exhaustivo de los mamíferos terrestres de tamaño mediano y grande. Desarrolló un esquema de monitoreo con las comunidades para generar VEB a escala local. Realizar una evaluación de la fauna de mamíferos de tamaño mediano y grande, estimando tanto la abundancia relativa como la diversidad de especies presentes. Identificar las especies amenazadas en la cuenca y sus amenazas, como base para la conservación. Registrar la presencia de mamíferos de tamaño mediano y grande en un fragmento de bosque ubicado en el centro de Colombia. 	<ul style="list-style-type: none"> Daniel Cossios, E., & Ricra Zevallos, A. (2019) De María, M. Monitoreo comunitario de la biodiversidad en.(2020) Orellana Baque, A. P., Bernabé Mendoza, B. J., & Piedrahita, P. (2022). Hoyos, D. A. G., Méndez, J., González, E., Corrales, K. J., Fallas, R., Méndez, A., ... & Maya, J. F. G. (2022). Mopán, Camacho, J. A., Franco-Pérez, E., & Montilla, S. O. (2023)

<p>Sensibilización por el cuidado de los animales presenten en las áreas de reserva natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de medidas para la protección de animales y el de sus hábitats potenciales. • Es fundamental reconocer la importancia de establecer áreas protegidas que promuevan la conectividad entre fragmentos de bosques y brinden resguardo a especies en peligro de extinción. • Desarrollo de MOOC Decodificando la Biodiversidad. • Buscar la mejora continua de los planes de manejo de especies en situación de riesgo y de sus respectivos hábitats. • Plan de Manejo Ambiental para la gestión y conservación de la biodiversidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quiroga Pacheco, C. J., Hidalgo-Cossio, M., & Velez-Liendo, X. (2020). • García, L. C., Guillen, R., & Savage, A. (2020). • Osorio Higuera, D. A. (2020). • Rangel Junquera, C. Especies En Riesgo(2021). • Mejía Zambrano, N. J., & Tarabo Loor, W. M. (2023).
--	---	---

Fuente: Autores (2023)

CONCLUSIONES

En este estudio de investigación, se llevó a cabo una revisión de diferentes documentos relacionados con el uso de cámaras fototrampeo para el estudio de fauna silvestre desde el año 2005 hasta 2022. El objetivo principal fue identificar los inicios de esta técnica y analizar la cantidad de documentos escritos en los últimos años que hacen referencia a este tema específico. Es importante destacar que existen numerosos documentos relacionados con el uso de cámaras fototrampeo, los cuales han sido objeto de diversas revisiones. Sin embargo, hasta la fecha, no se han realizado análisis bibliométricos que combinen datos WoS y Scopus.

En los últimos años, la comunidad científica ha demostrado un creciente interés en la investigación sobre el uso de cámaras fototrampeo en el estudio de fauna en reservas naturales. Esto se puede observar a través de las publicaciones recientes, las cuales han

experimentado un aumento anual del 28%. En términos de publicaciones, la revista WILDLIFE RESEARCH ha sido la que más contribuciones ha realizado.

El estudio realizado revela la existencia de dos clústeres con relación al uso de cámaras fototrampeo para el estudio de fauna en reservas naturales. De esta manera, se identifican dos temáticas principales: la importancia de monitorear animales sin perturbarlos y la sensibilización hacia el cuidado de la fauna presente en las áreas de reserva natural. Es importante destacar que la mayoría de las investigaciones en estas dos subáreas se llevan a cabo en países europeos y norteamericanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Ponce, G., Cepeda-Duque, J. C., Mandujano, S., Velásquez-C, K. L., Gómez-Valencia, B., & Lizcano, D. J. (2021). *Modelos de ocupación para datos de cámaras trampa. Mammalogy Notes*, 7(1), 200-200.
- Arias Martínez, Y. F.(2022). *Análisis del comportamiento ecológico en la fauna silvestre que habita los corregimientos de Dapa-La Olga, Municipio de Yumbo, Valle del Cauca, para promover la conservación, aumento de los corredores de biodiversidad y bosques existentes*. Universidad Santo Tomás. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/48063>
- Ávila, A. B., & de Angelo, C. D. (2020). *Primer registro fotográfico de la acción depredadora de cerdos asilvestrados sobre crías de carpinchos en la Reserva Natural Iberá*.
- Aurich-Rodriguez, F., Piana, R. P., Appleton, R. D., & Burton, A. C. (2022). *Threatened Andean bears are negatively affected by human disturbance and free-ranging cattle in a protected area in northwest Peru. Mammalian Biology*, 102(1), 177-187.
- Balbuena De los Ríos, D. J. (2023). *La comunidad de mamíferos arbóreos y su estratificación vertical en el ámbito de la estación biológica Cocha Cashu, Parque Nacional Manu*.
- Benítez, J., & Escalona, G. (2021). *Impacto de las vías de comunicación sobre la fauna silvestre en áreas protegidas*.
- Birbragher-Benarroch, D., Garay-Pineda, F. J., Lara, J. M., & Pérez-García, J. (2021). *Descripción de la presencia de fauna silvestre en el sistema productivo avícola de la Granja Román Gómez Gómez en el municipio de Marinilla (Antioquia). Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 16(3), 103-105.

- Buriticá, S. M. (2019). *Seguimiento y restricción para la toma de muestras en fauna silvestre*. Fondo Editorial Biogénesis, 99-108.
- Caillagua Tasipanta, D. M. (2020). *Guía de fauna en el páramo de Rumipungo de la comunidad Jatun Juigua Yacubamba del cantón Pujilí provincia de Cotopaxi* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).).
- Carvajal-Alfaro, V., & Oviedo, P. E. (2022). *Avistamiento de fauna silvestre en plantaciones de cacao en la Zona Norte, como valor agregado al sistema productivo*. Revista Tecnología en Marcha, ág-25.
- Castillo Becerra, N. M. (2021). *Identificación y comparación de la fauna silvestre en plantaciones de palma aceitera Elaeis guineensis Jacq. de 10 años en los distritos de Neshuya y Curimana, Ucayali-Perú 2021*.
- Chacón-Pacheco, J., Ballesteros-Correa, J., & Racero-Casarrubia, J. (2019). *Primer registro en cámaras trampa del armadillo coiletrapo Cabassous centralis* (Cingulata, Chlamyphoridae) en el departamento de Córdoba, Colombia. Oecología Australis, 23(1).
- Chávez-Villavicencio, C., & Tabilo Valdivieso, E. (2022). *Patrón de actividad de Anas geórgica evaluado mediante cámara trampa en un humedal temporal de Chile*. Revista de Investigaciones Altoandinas, 24(3), 155-163.
- Cossios, E. D., Eddy, D. I. A. Z., & Pizango, F. (2022). *Mamíferos registrados con cámaras trampa en la zona de uso turístico de la reserva nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú*. Folia Amazónica, 31(1), 31-45.
- Hernández Monterrubio, E. (2019). *Monitoreo de fauna silvestre en predios con aprovechamiento forestal en el Ejido San Antonio Tecocomulco Tres Cabezas, Cuauhtepic de Hinojosa, Hidalgo*.
- Daniel Cossios, E., & Ricra Zevallos, A. (2019). *Diversidad y actividad horaria de mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el Parque Nacional Tingo María, Huánuco, Perú*. Revista peruana de biología, 26(3), 325-332.
- Domínguez Gavidia, L. V. (2022). *Uso de cámaras trampa en el cálculo de la tasa de desaparición de carcacas generadas por colisión en parques eólicos*.

- Dougnac, C., Arredondo, C., Constanzo, J., Kusch, A., & Vila, A. (2022). Nuevos antecedentes de mamíferos nativos y exóticos de hábitos semiacuáticos en el islote Albatros, Seno Almirantazgo. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 50).
- Ferrández, T., Lorenzo, L., Catarineu, C., & Virgós, E. *Duración de los muestreos y eficiencia de capturas con cámaras-trampa en una comunidad de carnívoros en el término municipal de Nerpio* (Albacete).
- Figuroa Reyes, J. (2021). Comunicación de la ciencia del manejo de ecosistemas.
- García Gómez, L. A., & Triana Llanos, G. A. (2020). *Conocimiento de la biodiversidad de fauna presente en la Zona de Reserva Forestal Yerbabuena-Chía, Cundinamarca por medio del método del fototrampeo* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- Garzón Rincón, B. D. (2022). *Monitoreo de pasos de fauna silvestre y su uso en el corredor vial Villavicencio-Yopal*.
- Gastelum-Mendoza, F. I., Estrada-Castillón, A. E., Cantú-Ayala, C. M., González-Saldívar, F. N., Serna-Lagunes, R., & Salazar-Ortiz, J. (2020). *Metodologías para estimar calidad de hábitat de fauna silvestre: Revisión y ejemplos. Agro Productividad, 13*(6).
- Gastelum-Mendoza, F. I., Estrada-Castillón, E. A., Cantú-Ayala, C. M., González-Saldívar, F. N., Serna-Lagunes, R., & Salazar-Ortiz, J. (2020). *Methodologies for estimating wildlife habitat quality: Review and examples Metodologías para estimar calidad de hábitat de fauna silvestre: revisión y ejemplos. AGROProductividad, 13*(6), 37-43.
- González, F., Viera, L., Soler, R., Chiarvetto, P. L., Gel, M., Bustamante, G., ... & Pérez, I. (2022). *Inteligencia artificial para la multi-clasificación de fauna en fotografías automáticas utilizadas en investigación científica*. In XXIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2022, Mendoza).
- Kays, R., Arbogast, B. S., Baker-Whatton, M., Beirne, C., Boone, H. M., Bowler, M., ... & Spironello, W. R. (2020). *An empirical evaluation of camera trap study design: How many, how long and when?. Methods in Ecology and Evolution, 11*(6), 700-713.
- León Antunez, M. J., Inga Victorio, Y. E., & Vidal García, Z. E. (2019). *Evaluación ambiental de la fauna silvestre, flora silvestre y ecotoxicología en suelo del sitio S0015, ubicado en el ámbito de la cuenca del río Marañón, distrito Parinari, provincia y departamento Loreto*.

- Mejía Valenzuela, E. G. (2019). *Primer registro de leucismo en Dasyprocta fuliginosa* (Dasyproctidae, Rodentia) en Ecuador. *Biota colombiana*, 20(2), 128-133.
- Moore, J. F., Soanes, K., Balbuena, D., Beirne, C., Bowler, M., Carrasco-Rueda, F., ... & Gregory, T. (2021). *The potential and practice of arboreal camera trapping. Methods in Ecology and Evolution*, 12(10), 1768-1779.
- Paredes Chasipanta, B. M., & Paredes Duran, B. J. (2021). *Elaboración de una guía descriptiva de flora y fauna de la comunidad de Paquiestancia de la parroquia Ayora del cantón Cayambe en la provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Pérez, J. A. H., Alvarado, S. J., & Mazo, J. C. (2021). *Redescubriendo nuestra biodiversidad: monitoreando los felinos silvestres de Gómez Plata. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 16(3), 98-99.
- Orellana Baque, A. P., Bernabé Mendoza, B. J., & Piedrahita, P. (2022). *Sistema de monitoreo de fauna silvestre del Bosque Protector la Prosperina mediante el uso de cámaras trampa* (Doctoral dissertation, ESPOL. FCV).
- Ovalle-Rivera, N. A., Tarango-Arámbula, L. A., Lozano-Cavazos, E. A., Martínez-Montoya, J. F., Olmos-Oropeza, G., González-Saldívar, F., & Ugalde-Lezama, S. (2020). *Características de agujeros artificiales y su relación con el uso por la fauna silvestre en Coahuila, México. Agrociencia*, 54(6), 825-842.
- Sáenz-Bolaños, C. A. R. O. L. I. N. A. *Sistematización de estudios con cámaras trampa, vivencias y situaciones brindan un panorama más allá de solo trabajar con la fauna silvestre, Caribe norte de Costa Rica. Experiencia del Proyecto Promoviendo el Liderazgo Humanista en Jóvenes de la Región Brunca*, 57.
- Silva-Castañeda, J. P. (2022). *Primer registro fotográfico de jaguar (Panthera onca) con fototrampeo en la Meseta de Tapalpa, Municipio de Chiquilistlán, Jalisco. Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 12(1), 63-68.
- Sánchez Brenes, R. J. *Funciones ecosistémicas de mamíferos silvestres en un agroecosistema con café en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica*.
- Valencia, S. (2022). *Apoyo en procesos de readaptación de fauna silvestre y levantamiento de huellas de mamíferos en el Centro de Atención y Valoración de Fauna silvestre del Valle de Aburrá (CAV-AMVA)*.
- Vélez Santana, L. A. (2021). *Sistema para el monitoreo de fauna silvestre mediante el uso de imágenes y video con información de variables ambientales* (Doctoral

dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería en Teleinformática.).

Weihmüller, M. P., Costa, T., Castro, L. B., & Barri, F. R. (2021). *Diversidad faunística y potenciales agentes tafonómicos en el Chaco árido (Córdoba, Argentina): una aproximación preliminar con cámaras trampa. Intersecciones en antropología*, 22(1), 125-138.

Zárate-Betzel, G. I., Weiler Gustafson, A., Núñez Goralewski, K. B., Mattos, A. E., Amarilla Rodríguez, S. M., & Pech-Canché, J. M. (2019). *Cámara trampa como método de muestreo para aves paraguayas del Chaco seco: una comparación con los métodos auditivos y visuales. Revista de Biología Tropical*, 67(4), 1089-1102.