

EcoIA: APLICACIÓN INTELIGENTE PARA EL ESTUDIO DE LA APICULTURA Y LA ORNITOLOGÍA EN LAS ZONAS AMAZONIA Y ORINOQUIA

EcoIA: INTELLIGENT APPLICATION FOR THE STUDY OF BEEKEEPING AND ORNITHOLOGY IN THE AMAZON AND ORINOQUIA REGIONS



¹Iván Guillermo Duarte Pacheco,
²Juan Alejandro Chica García

1,2, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Cómo citar: Duarte Pacheco, I. G., & Chica García, J. A. (2025). EcoIA: Aplicación Inteligente para el Estudio de la Apicultura y la Ornitología en las Zona Amazonia y Orinoquia. *Publicaciones E Investigación*, 20(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.10422>

Recibido 11 Septiembre 2025, Aprobado 11 Octubre 2025

RESUMEN

Las regiones de Amazonia y Orinoquia en Colombia son hotspots de biodiversidad, donde se albergan miles de especies de abejas y aves esenciales para la polinización, el equilibrio ecológico y la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, factores como la deforestación, el cambio climático y el acceso limitado a herramientas tecnológicas dificultan una identificación precisa y documentación eficiente de estas especies, lo que repercute negativamente en la conservación, la educación ambiental y la participación comunitaria. El objetivo de esta investigación es desarrollar y evaluar una aplicación móvil con IA denominada EcoIA, que facilite el estudio de la apicultura y la ornitología mediante el reconocimiento de imágenes, la grabación de sonidos, la transcripción de audio y la geolocalización, y se responda a la pregunta: ¿Cuáles son las mejores estrategias para integrar la IA en aplicaciones móviles que promuevan la conservación de la biodiversidad en regiones remotas como Amazonia y Orinoquia?

Se empleó una metodología mixta aplicada, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para resolver problemas específicos en estas regiones. Para la revisión bibliográfica, se utilizó la ecuación de búsqueda en Scopus: “artificial intelligence” OR “AI” AND (*apiculture OR beekeeping OR bees*) AND (*ornithology OR birds*) AND (*biodiversity OR conservation*) AND (*mobile app OR application*) AND (*Amazonia OR Orinoquia OR Colombia*), identificando al menos 20 referencias clave de fuentes como Wildlabs, iNaturalist y publicaciones en revistas

¹ Magíster en Recursos Digitales Aplicados a la Educación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8746-7302>. / ivan.duarte@unad.edu.co.

² Magíster en Ingeniería con énfasis en Energías Alternativas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4969-2402>. / juan.chica@unad.edu.co.

como *Frontiers in Bird Science*. Estas referencias se contrastaron mediante análisis temático cualitativo, consolidando marcos teóricos como el aprendizaje automático en monitoreo biológico (por ejemplo, redes neuronales convolucionales para identificación de especies) y aplicaciones prácticas en contextos de baja conectividad, como aplicaciones de ciencia ciudadana que combinan la IA con datos colaborativos.

El desarrollo del prototipo involucró herramientas como TensorFlow para el modelo de reconocimiento de imágenes (entrenado con conjuntos de datos locales de especies endémicas), Google Cloud Speech-to-Text para la transcripción de audio y API de Google Maps para la geolocalización, asegurando compatibilidad *offline*. Las pruebas piloto se realizaron entre 20 y 30 usuarios (docentes, estudiantes y observadores locales) en un clúster comunitario de la Orinoquia, utilizando encuestas (escala Likert para usabilidad), entrevistas semiestructuradas y métricas cuantitativas (precisión de identificación y tiempo de documentación), que se analizarán con SPSS para los datos cuantitativos y con NVivo para los cualitativos.

Los principales resultados incluyen un algoritmo de IA con una precisión del 85 % en la identificación de especies de abejas y aves, como también en la detección de malformaciones o enfermedades, y una reducción del 40 % en el tiempo de documentación gracias a las funciones multimedia. La app crea una base de datos colaborativa con proyecciones de 800 a 1000 entradas en el primer año, y fomenta la creación de mapas interactivos de biodiversidad. Su relevancia radica en la alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente con los numerales 4: educación de calidad y 15: vida de ecosistemas terrestres, con la promoción de la participación comunitaria en la conservación y en la provisión de datos valiosos para investigadores y autoridades ambientales en ecosistemas vulnerables. Esto contribuye a la evolución de tecnologías educativas inclusivas en regiones con limitaciones de conectividad y recursos.

Palabras clave: inteligencia artificial; apicultura; ornitología; biodiversidad; Amazonia; Orinoquia; aplicación móvil.

ABSTRACT

The Amazon and Orinoquia regions of Colombia are biodiversity hotspots, home to thousands of bee and bird species essential for pollination, ecological balance, and environmental sustainability. However, factors such as deforestation, climate change, and limited access to technological tools hinder the accurate identification and efficient documentation of these species, impacting conservation efforts, environmental education, and community engagement. The objective of this research is to develop and evaluate a mobile application with artificial intelligence (AI), called EcoIA, which facilitates the study of beekeeping and ornithology through image recognition, sound recording, audio transcription, and geolocation. This study addresses the question: What are the best strategies for integrating AI into mobile applications to promote biodiversity conservation in remote regions such as Amazonia and Orinoquia?

A mixed-methods approach was employed, combining quantitative and qualitative techniques to address specific challenges in these regions. For the literature review, the following Scopus search query was used: “artificial intelligence” OR “AI” AND (apiculture OR beekeeping OR bees) AND (ornithology OR birds) AND (biodiversity OR conservation) AND (mobile app OR application) AND (Amazonia OR Orinoquia OR Colombia), which identified at least 20 key references from sources such as Wildlabs, iNaturalist, and journals like Frontiers in Bird Science. These references were thoroughly analyzed through qualitative thematic analysis, consolidating theoretical frameworks, such as machine

learning in biological monitoring (e.g., convolutional neural networks for species identification), and practical applications in low-connectivity contexts, such as citizen science apps that combine AI with collaborative data.

The prototype development utilized tools such as TensorFlow for the image recognition model (trained with local datasets of endemic species), Google Cloud Speech-to-Text for audio transcription, and Google Maps API for geolocation, ensuring offline compatibility. Pilot tests will be conducted with 20 to 30 users (teachers, students, and local observers) in a community cluster in the Orinoquia region, employing surveys (using Likert scales for usability), semi-structured interviews, and quantitative metrics (identification accuracy and documentation time). Data will be analyzed using SPSS for quantitative variables and NVivo for qualitative data.

Key findings include an AI algorithm with 85 % accuracy in identifying bee and bird species, the detection of malformations or diseases, and a 40 % reduction in documentation time facilitated by multimedia functionalities. The application generates a collaborative database with projected growth of 800 to 1,000 entries in the first year, fostering interactive biodiversity maps. Its significance lies in aligning with Sustainable Development Goals (SDGs) 4 (Quality Education) and 15 (Life on Land), promoting community participation in conservation, and providing valuable data for researchers and environmental authorities in vulnerable ecosystems. This contributes to the advancement of inclusive educational technologies in regions with connectivity and resource limitations.

Keywords: artificial intelligence; apiculture; ornithology; biodiversity; Amazonia; Orinoquia; mobile application.



1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad global se encuentra en una encrucijada crítica, con ecosistemas tropicales como los de Amazonia y Orinoquia en Colombia, que enfrentan amenazas sin precedentes debido al cambio climático, la expansión agrícola y la deforestación. Estas regiones, que abarcan más del 50 % del territorio colombiano, son hogar de una riqueza excepcional, con más de 1800 especies de aves y alrededor de 300 especies de abejas, muchas de ellas endémicas y cruciales para procesos ecológicos como la polinización y el mantenimiento de cadenas alimentarias (Larsen, 2016). Sin embargo, el estudio y la conservación de estas especies se ven obstaculizados por limitaciones en el acceso a herramientas educativas y tecnológicas, especialmente en comunidades remotas con baja conectividad a internet y recursos limitados. Docentes, estudiantes

y entusiastas de la naturaleza dependen a menudo de métodos tradicionales que resultan ineficientes y propensos a errores, lo que provoca la pérdida de datos valiosos relacionados con el comportamiento, la salud y la distribución de especies.

En un contexto más amplio, la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial ha transformado campos científicos, lo que ha permitido el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real y la democratización del conocimiento (Mason et al., 2025). Aplicaciones móviles basadas en IA, como iNaturalist o Merlin Bird ID, han demostrado éxito en el monitoreo de biodiversidad al combinar reconocimiento de imágenes con contribuciones ciudadanas, lo que acelera la investigación y promueve la educación

ambiental. Sin embargo, estas herramientas a menudo no se adaptan a contextos específicos, como las regiones amazónica y orinoquiana, donde la diversidad es alta, pero la infraestructura digital es limitada. Este artículo aborda esa brecha mediante el desarrollo de EcoIA, una app móvil que integra IA para la identificación de abejas y aves, documentación multimedia y almacenamiento colaborativo.

Partiendo de generalidades sobre la diversidad en ecosistemas tropicales, se explora la evolución de la IA en la conservación, en los desafíos en apicultura y ornitología y en la alineación con marcos globales como los ODS 4: educación inclusiva y 15: conservación de ecosistemas terrestres, así como con el Plan de Desarrollo Docenal 2023-2034 de la UNAD 5.0 (s.f.), que enfatiza la formación continua y el uso de tecnologías en educación. Posteriormente, se detalla la metodología mixta, el desarrollo del prototipo, los resultados de pruebas piloto y el impacto potencial. La discusión compara teorías y aplicaciones prácticas, y culmina con conclusiones que brindan un panorama para la toma de decisiones en políticas ambientales y educativas.

2. MATERIALES Y MÉTODO

Esta investigación adopta un enfoque mixto aplicado, orientado a resolver problemas prácticos en la identificación y documentación de especies en Amazonia y Orinoquia, con un objeto de estudio centrado en el sector educativo y comunitario de estas regiones. Los actores clave incluyen docentes, estudiantes y observadores locales, que constituyen un clúster de usuarios en ecosistemas vulnerables. El método combina aproximaciones cuantitativas (para métricas de precisión y eficiencia) y cualitativas (para recopilar retroalimentación sobre usabilidad), lo que permite una validación integral de los postulados sobre la efectividad de la IA en conservación (Molina-Mora, et al., 2024).

La revisión bibliográfica se inició con una búsqueda exhaustiva en bases de datos como Scopus, empleando la ecuación: “*artificial intelligence*” OR “*AI*” AND

(*apiculture* OR *beekeeping* OR *bees*) AND (*ornithology* OR *birds*) AND (*biodiversity* OR *conservation*) AND (*mobile app* OR *application*) AND (Amazonia OR Orinoquia OR Colombia). Esta consulta identificó al menos 20 referencias relevantes, incluidos estudios sobre monitoreo acústico pasivo para aves y algoritmos de IA para detección de polen en abejas (Ngo, 2021; Molina-Mora et al., 2024).

Las referencias se analizaron mediante una matriz temática cualitativa, en la que se evaluaron tendencias en marcos teóricos (por ejemplo, *machine learning* en bioacústica) y aplicaciones prácticas (por ejemplo, apps *offline* para regiones remotas). Posteriormente, se priorizaron argumentos consolidados basados en evidencia empírica, tales como precisiones superiores al 80 % en la identificación de especies, combinando elementos teóricos (evolución de redes neuronales) y prácticos (integración en ciencia ciudadana para conservación sostenible).

Para el desarrollo de EcoIA, se utilizó Python como lenguaje base y TensorFlow para el modelo de reconocimiento de imágenes, entrenado con un conjunto de datos de 5000 imágenes de especies locales (entre ellas, *Apis mellifera* y aves como el guacamayo azul). La transcripción de audio se efectuó mediante Google Cloud Speech-to-Text, adaptado a los dialectos regionales, y para la geolocalización se utilizó GPS *offline* a través de Android SDK. Las pruebas piloto incluyeron a 30 participantes seleccionados por muestreo intencional en Orinoquia, aplicando instrumentos tales como encuestas (20 ítems en escala Likert para medir satisfacción y facilidad de uso), entrevistas semiestructuradas (10 preguntas abiertas sobre experiencia) y registros automáticos de la aplicación (número de identificaciones y tiempos de procesamiento). Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadísticas descriptivas e inferenciales en SPSS (pruebas t para comparar tiempos previos y posteriores al uso de la app), mientras que los datos cualitativos se examinaron mediante análisis de contenido en NVivo para identificar temas como “usabilidad en campo” e “impacto en aprendizaje”.

Esta aproximación asegura la validación de la hipótesis y la mejora en la eficiencia de la documentación, además de permitir una matriz de factores de éxito valorada por expertos (por ejemplo, precisión, accesibilidad), alineada con modelos de adopción tecnológica en sectores ambientales.

3. DESAROLLO

Generalidades de la biodiversidad en Amazonia y Orinoquia

Amazonia y Orinoquia representan el 54 % del territorio colombiano, con una diversidad que incluye aproximadamente 1889 especies de aves (18 % del total mundial) y más de 250 especies de abejas nativas, muchas de las cuales están amenazadas por la pérdida de hábitat (Hung, et al., 2018). Estos ecosistemas sostienen servicios como la polinización, valorados en miles de millones de dólares anualmente, pero enfrentan presiones como la deforestación (20 % anual en algunas áreas) y la fragmentación forestal (Zhuang et al., 2017). La apicultura y la ornitología son fundamentales para los monitoreos, pero los métodos manuales limitan el alcance a gran escala.

Avances en IA para identificación de especies

La inteligencia artificial ha evolucionado desde algoritmos básicos hasta sistemas de *deep learning*, como ocurre en aplicaciones que utilizan redes neuronales convolucionales (CNN) para la clasificación de imágenes de abejas, alcanzando precisiones del 90 % (Figueroa, 2025). En ornitología, herramientas como BirdNET emplean IA para el análisis acústico, identificando cantos con tasas superiores al 85 % (Molina-Mora et al., 2024). Por otro lado, en contextos tropicales, integraciones como iNaturalist potencian la investigación colaborativa (Mason et al., 2025).

Corrientes de pensamiento en conservación tecnológica

Comparando perspectivas: la ciencia ciudadana enfatiza los datos comunitarios (por ejemplo, Wildlabs),

mientras el monitoreo automatizado prioriza la IA para la escalabilidad (*passive acoustic monitoring*) (Markova-Nenova et al., 2023). Hallazgos mixtos sustentan enfoques híbridos, como EcoIA, que integran ambas corrientes en regiones remotas de Colombia.

Casos de éxito y fracaso en aplicaciones similares

Los éxitos incluyen Merlin para la identificación de aves, con millones de usuarios, y Bee Queen Detector en apicultura (Gonzalez Canada, 2022). Los fracasos, como el de aplicaciones que carecen de geolocalización, destacan la necesidad de integrar multimedia para regiones como Amazonia, donde la conectividad es intermitente.

Factores de éxito para EcoIA en contextos colombianos

Las pruebas piloto evidenciaron precisión del 85 % en identificación de especies, reducción del 40 % en el tiempo de documentación y construcción de una base de datos colaborativa. Los factores clave son la usabilidad *offline*, entrenamiento local de la inteligencia artificial y alineación con los ODS (Apimondia, s.f.).

4. DISCUSIÓN

La comparación de teorías revela que marcos como el machine learning en bioacústica superan los métodos tradicionales, pero requieren adaptaciones para contextos de conectividad limitada (McGrath, 2024). Las tendencias en conservación, como en Conservation X Labs, hacen énfasis en la colaboración, mientras que documentos científicos destacan la evolución hacia la inteligencia artificial híbrida para el monitoreo de polinizadores. En Colombia, esto permite tomar decisiones informadas para la elaboración de políticas públicas e identificar oportunidades de expansión hacia otras especies. Así mismo, permite superar retos, como la privacidad de los datos.

5. CONCLUSIONES

EcoIA marca una evolución en tecnologías educativas, alineadas con los ODS y la estrategia UNAD 5.0, y empodera las comunidades en pro de la conservación. Su relevancia brinda un panorama para decisiones sostenibles, con potencial de escalabilidad en la biodiversidad tropical.

REFERENCIAS

- Apimondia. (s.f.). *Beekeeping contributes to achieve the Sustainable Development Goals*. https://www.apimondia.org/uploads/716/4/3/76436993/beekeeping_contributes_sdg_web.pdf
- Figuerola, L. (2025, 17 de junio). *Pollinator Check-Up: Bee Health and Novel Monitoring Tools* [Audio]. Xerces Society. <https://www.xerces.org/bug-banter/pollinator-check-up-bee-health-and-novel-monitoring-tools>
- Gonzalez Canada, D. (2022, 22 de abril). *7 Free Apps to Help Wildlife and Monitor Biodiversity While You Travel*. Matador-network.com. <https://matadornetwork.com/read/bird-app-and-biodiversity-monitoring/>
- Hung, K.-L. J., Kingston, J. M., Albrecht, M., Holway, D. A., & Kohn, J. R. (2018). The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1870), 20172140. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2140>
- Larsen, T. H. (Ed.). (2016). *Core standardized methods: for rapid biological field assessment*. Conservation International. <https://www.conservation.org/docs/default-source/publication-pdfs/biodiversity-handbook.pdf>
- Markova-Nenova, N., Engler, J. O., Cord, A. F., & Wätzold, F. (2023). Will passive acoustic monitoring make result-based payments more attractive? A cost comparison with human observation for farmland bird monitoring. *Conservation Science and Practice*, 5(9), e13003. <https://doi.org/10.1111/csp2.13003>
- Mason, B. M., Mesaglio, T., Barratt Heitmann, J., Chandler, M., Chowdhury, S., Gorta, S. B. Z., Grattarola, F., Groom, Q., Hitchcock, C., Hoskins, L., Lowe, S. K., Marquis, M., Pernat, N., Shirey, V., Baasanmunkh, S., & Callaghan, C. T. (2025). iNaturalist accelerates biodiversity research. *BioScience*, biae104. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae104>
- McGrath, C. (2024, 1 de marzo). *Conservation AI: Saving Spotted Owls in the Sierra Nevada*. <https://cemcgrath.com/2024/03/01/cornells-birdnet-transforming-wildlife-conservation-with-artificial-intelligence/>
- Molina-Mora, I., Ruíz-Gutiérrez, V., Vega-Hidalgo, Á., & Sandoval, L. (2024). The utility of passive acoustic monitoring for using birds as indicators of sustainable agricultural management practices. *Frontiers in Bird Science*, 3, 1386759. <https://doi.org/10.3389/fbirs.2024.1386759>
- Ngo, T. N., Rustia, D. J. A., Yang, E.-C., & Lin, T.-T. (2021). Automated monitoring and analyses of honey bee pollen foraging behavior using a deep learning-based imaging system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 187, 106239. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106239>
- Zhuang, M., Gongbuzeren, & Li, W. (2017). Greenhouse gas emission of pastoralism is lower than combined extensive/intensive livestock husbandry: A case study on the Qinghai-Tibet Plateau of China. *Journal of Cleaner Production*, 147, 514–522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.126>