

Contribución de los RPAS en investigación y conservación en espacios protegidos: presente y futuro

Jesús Jiménez López

Experto Universitario en Vehículos Aéreos no Tripulados y sus Aplicaciones Civiles. Universidad de Cádiz

En este estudio se procedió a identificar y resumir el estado actual y las tendencias en el uso de los drones en proyectos científicos con fines de conservación en espacios naturales protegidos, mediante la recopilación y revisión de material bibliográfico en forma de artículos científicos, revistas, proyectos de conservación publicados en Internet y otras fuentes de información relevantes.

Palabras claves: RPAs, UAVs, drones, espacios naturales, conservación, biodiversidad, investigación, innovación

Tabla de contenidos

Introducción	1
Métodos	4
Discusión	5
Estudios de vida silvestre	5
Monitoreo y mapeo de ecosistemas terrestres y acuáticos	7
Apoyo para el cumplimiento de las leyes en áreas protegidas	7
Resultados	7
Referencias	10

Introducción

La declaración de áreas protegidas son múltiples y variados. Desde entonces el

Las aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados (RPAs, UAVs, drones) en el campo de la conservación han sido directa o indirectamente planteadas en un número cada vez mayor de artículos científicos. Durante los últimos años ha habido un incremento significativo de las líneas de investigación sobre vida silvestre que hacen uso de RPAS (?). En el campo de la biología de la conservación, el auge de estos equipos ha conducido a un mayor desarrollo de las metodologías que tratan de complementar o sustituir los medios más tradicionales con los que se ha venido

llevando a cabo las diferentes actividades enfocadas hacia el manejo de los espacios naturales protegidos, en sus diversas facetas. Aunque el número de áreas protegidas ha experimentado un aumento sensible a nivel mundial, con un 12 % de la superficie terrestre bajo alguna figura de protección, hay autores que resaltan la necesidad de mejorar las herramientas para asegurar la efectividad de la conservación de la biodiversidad en áreas protegidas (?).

Existen actualmente algunas iniciativas que tratan de recoger el estado actual de los RPAS en las áreas de la ecología y conservación. Con fecha reciente de finalización, la revista *Remote Sensing in Ecology and Conservation* hizo una llamada a la comunidad científica para el envío de propuestas dentro de la temática mencionada, con objeto de sensibilizar a estudiantes y profesionales y demostrar el uso responsable de RPAS. Es de esperar que del resultado de este llamamiento se produzca un aumento significativo de la literatura científica en este ámbito. Por otro lado, es remarcable la mayor presencia de portales en internet que centran su actividad en torno a las aplicaciones con RPAS. En el campo de la investigación aplicada en conservación, el sitio referencia es <http://conservationdrones.org/>, cuyos objetivos se enmarcan en la facilitación del uso y desarrollo de RPAs con tal propósito y en el cual se pueden consultar casos de usos de RPAS, los cuales no siempre aparecen reflejados en artículos científicos. Dentro de las aplicaciones de los RPAS con carácter general destaca la comunidad online <http://diydrones.com/>, en la que tiene gran acogida el uso de plataformas abiertas, de gran popularidad frente a los tradicionales sistemas cerrados promovidos por compañías comerciales del sector. Esto ha dado como resultado la reducción de los costes de estos equipos, junto con el software asociado, permitiendo acercar la tecnología disponible a un mayor número de usuarios y organizaciones. Estas plataformas abiertas tienen la ventaja adicional de tener un mayor grado de personalización de los equipos. El incremento en la flexibilidad en el montaje de diferentes sensores y sistemas de control permite cubrir las necesidades específicas de cada proyecto (?).

Por otra parte, este estudio se analiza el grado en el que los RPAS están llamados a sustituir herramientas tradicionales de apoyo a la conservación en espacios naturales protegidos, tanto en su vertiente científica como conservacionista. En este sentido, las limitaciones desde el punto de vista financiero y tecnológico de la teledetección, por la cual se obtienen imágenes de la superficie terrestre a partir de sensores instalados en plataformas aéreas o espaciales, son descritas por diversos autores (?). Si bien es posible adquirir imágenes satelitales a coste cero (LandSat, MODIS,

Sentinel, etc.) en ocasiones la resolución espacial y temporal necesaria para este tipo de estudios, junto con los problemas de presencia de nubes especialmente acusados en zonas tropicales, reduce la efectividad de la teledetección como herramienta de apoyo a la conservación. En países en vías de desarrollo, especialmente sensibles en cuanto a dotaciones presupuestarias, se han desarrollado con gran éxito programas de monitoreo y vigilancia a partir del uso del RPAS, eliminando los inconvenientes descritos con anterioridad. Además, el gran tamaño de estas áreas protegidas reducen en muchos casos la efectividad de los trabajos de campo, por lo que los RPAS se han posicionado como un complemento adecuado para las actividades de conservación (?).

Junto con la mejora en los costes y la reducción de la logística necesaria mediante el empleo de los RPAS en el diseño y planificación de los proyectos de investigación frente a los levantamientos aéreos convencionales, existe una sensibilización cada vez mayor en relación a la mejora de la seguridad de los biólogos en las operaciones de campo. Algunos estudios señalan que los accidentes aéreos se sitúan como primera causa de mortandad en especialistas en vida silvestre en los Estados Unidos (?).

Finalmente, algunos autores señalan la necesidad de mejorar el marco regulatorio respecto al uso civil de los RPAS (?). En los Estados Unidos y en la mayoría de los países de Europa consultados, se han adoptado leyes provisionales que en cierta medida equiparan el manejo de los RPAS con el de aeronaves tradicionales. Este tipo de restricciones podría limitar las posibilidades de uso de los RPAS en el ámbito de la conservación, por lo que se hace patente la necesidad urgente de armonizar la legislación en relación a este tipo de actividades. En términos generales, la situación en América Latina es desigual, con algunos países que siguen sin desarrollar leyes específicas para hacer frente al auge de los RPAS tanto en el sector civil como militar (Agencia EFE, 2013). África es uno de los continentes donde el impacto de los drones en conservación ha tenido mayor repercusión. Sin embargo, según la opinión de algunos conservacionistas, su uso no ha estado exento de problemas, dando como resultado gobiernos que han prohibido total o parcialmente su uso, anteponiendo la seguridad frente a la protección de los espacios naturales protegidos (Andrews, 2014).

La incertidumbre de los usuarios ha promovido el desarrollo de asociaciones con objeto de asesorar sobre los aspectos legales a tener en cuenta durante la operación. En España, la Asociación Española de Drones y Afines <https://www.aedron.com> promueve un uso consciente y respons-

able de los RPAS y organiza seminarios para informar a los socios sobre temas de interés. En su web se puede consultar el borrador de la nueva normativa que regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto en España ([AEDRON, 2017](#)).

Métodos

Para alcanzar los objetivos propuestos se procedió a la revisión bibliográfica de artículos, tesis de postgrado, sitios web y revistas especializadas, siguiendo una línea similar a otros estudios realizados con anterioridad ². Mediante artículos seleccionados para el curso de Experto Universitario en Vehículos Aéreos no Tripulados y sus Aplicaciones Civiles organizado por la Universidad de Cádiz en su edición de 2016-2017, junto con herramientas como Google Scholar, ResearchGate y Mendeley Desktop se obtuvo la mayor parte de la bibliografía seleccionada, mientras que el uso de los motores de búsqueda por internet incluyeron el resto de materiales mencionados. Los principales criterios de búsqueda por palabras claves incluyeron los vehículos aéreos no tripulados en sus diversas acepciones, incluyendo acrónimos (RPAS, UAV, drones, etc.), junto con términos que hacen referencia a áreas naturales, fundamentalmente en inglés. Dicha actividad tuvo lugar hasta el mes de Abril, 2017.

La información recolectada se clasificó en tres categorías generales que son objeto de la conservación en espacios protegidos: 1. Estudios de vida silvestre, 2. Monitoreo y mapeo de ecosistemas terrestres y acuáticos y 3. Apoyo para el cumplimiento de las leyes en áreas protegidas, existiendo cierto lógico solape entre categorías dado el carácter multidisciplinar de estos estudios. Otros proyectos que no entraron dentro de alguna de las tres categorías propuestas se clasificaron en un solo grupo. La información recogida se presenta en formato tabular, identificando los países implicados, el propósito principal de cada estudio, junto con las técnicas y materiales empleados, haciendo referencia explícita al tipo de aplicación y plataformas de vuelo, tanto de ala fija como de pala rotatoria. Adicionalmente se revisan algunos aspectos de índole social recogidos en los materiales seleccionados y que son motivo de controversia en las partes interesadas, haciendo especialmente referencia a la privacidad de las personas y el bienestar de las especies estudiadas, las implicaciones éticas y legales y su repercusión en la efectividad de estas técnicas en la conservación a largo plazo. Finalmente se discute los posibles escenarios de uso de drones en espacios

protegidos, destacando las oportunidades que presentan y que aún no han sido convenientemente explotadas.

Discusión

En discusión comenta el resultado de esa tabla y los porqués (ej se usan más multicopteros que fixed por...) y las limitaciones que señalan los usuarios o conflictos que hayan podido encontrar (con el parque, técnicos etc).

Estudios de vida silvestre

Estudios de poblaciones

Actualmente se experimenta un incremento de los trabajos de investigación que incorporan el uso de RPAS en la disciplina de ecología de poblaciones. Algunos estudios comparan el uso de drones para el desarrollo de modelos de distribución de especie y caracterización del habitat de las especies objetivos frente a los sistemas de seguimiento por satélite o radiocontrol, que permiten registrar el movimiento del animal para su análisis posterior ([Pázmány Mulero, 2015](#)), (?). En determinados casos, frente a las dificultades para detectar directamente a la especie de interés, los estudios se enfocan en la localización y caracterización de sus áreas de cría y nidificación ([van Andel et al., 2015](#)). En áreas protegidas de gran extensión se han ensayado con éxito el conteo de grandes mamíferos terrestres, no habiéndose registrado reacciones adversas en vuelos realizados a cierta altura ([Jain, 2013](#)). El conteo de poblaciones de mamíferos en ecosistemas marinos también ha sido documentado con resultados positivos (?). El uso de RPAS también ha encontrado su nicho de actuación en el monitoreo de aves, especialmente en estudios de dinámica poblacional en colonias (?). La utilidad de estos sistemas también queda manifiesta en la inspección y caracterización de nidos de aves en zonas de difícil acceso ([Weissensteiner, Poelstra and Wolf, 2015](#)), permitiendo evaluar el estado en el que se encuentran de forma menos intrusiva.

Dada la masiva cantidad de información que el uso de RPAS puede generar, no es de extrañar que se hayan concentrado esfuerzos dirigidos al desarrollo de algoritmos que permitan detectar con exactitud el número de individuos capturados por los dispositivos fotográficos ([Lhoest](#)

et al., 2015),(?). Esto conlleva una reducción de los costes respecto al conteo manual de las escenas adquiridas, con la desventaja adicional de estar sujetos en mayor o menor medida a la interpretación del especialista. En este sentido, los métodos de observación directa desde vehículos aéreos tripulados también representan desventajas con respecto al uso de imágenes, puesto que necesitan un mayor número de observadores que garanticen un conteo exhaustivo de las poblaciones.

Fuera de la literatura científica, existen proyectos para el monitoreo de la fauna tanto en ecosistemas marinos como terrestres. A partir de la información recopilada en la comunidad online <https://conservationdrones.org> se han identificado varios estudios relacionados con el registro de individuos en poblaciones situadas en áreas protegidas o frecuentemente visitadas por especies sujetas a alguna figura de amenaza, siendo la mayoría de estos proyectos respaldados por organizaciones no gubernamentales y centros de investigación. Por ejemplo, un estudio realizado en la cuenca del Amazonas en Brasil está experimentando el uso de drones para mejorar la estimación de la densidad y abundancia de diferentes especies de delfines, comparándolo con la observación directa realizada por especialistas (Wich, 2017). Dentro de los objetivos de la investigación se contempla la validación y armonización de ambas metodologías y de forma indirecta evaluar la viabilidad para su aplicación regular en proyectos de monitoreo con similar propósito, teniendo en cuenta el coste-beneficio de la ejecución.

Evaluación de infraestructuras

Otros trabajos resaltan la utilidad de los RPAS en la caracterización y evaluación del riesgo de infraestructuras humanas, fundamentalmente dirigidos a especies de aves que nidifican en postes de líneas eléctricas de alta tensión, haciéndolas especialmente vulnerables a la electrocución (?). Si bien estos estudios no están dirigidos exclusivamente a áreas protegidas, resultan de especial interés en zonas de amortiguamiento, donde el desarrollo antrópico es más acusado.

Ecología espacial

(Pázmány Mulero, 2015) blah blah distribution patterns within a protected area, which is critical for ecosystem management (Bailey .Complementan a otros sistemas que permiten Mapa de zonas

Monitoreo y mapeo de ecosistemas terrestres y acuáticos

Ecosistemas acuáticos

Ecosistemas terrestres

Apoyo para el cumplimiento de las leyes en áreas protegidas

Caza ilegal

Otras actividades ilegales

Resultados

Una de las mayores limitaciones en el desarrollo y aplicación de los RPAS en estudios de conservación se debe a las restricciones impuestas por la legislación actual, que prohíben o reducen en gran medida el desarrollo de actividades de conservación. En algunos países los. El marco regulatorio debería favorecer las actividades de conservación, estableciendo mecanismos ágiles que autoricen su uso fundamentado mediante permisos de investigación . En la medida en que las leyes que regulan el uso civil de las aeronaves pilotadas por control remoto sean favorables para su uso en conservación, es probable que las oportunidades en el sector vayan en aumento, permitiendo desarrollar nuevas técnicas que .. Sin embargo conflictos sociales, ética animal, pilotos experimentados y conscientes. Hay drones que permiten seguir el objetivo... limitación batería

Riesgos de los vehículos aéreos tripulados, costes,

La creación de reservas naturales no siempre han estado motivadas por razones conservacionistas (?). En algunos casos estas áreas han sido declaradas sin establecer criterios ecológicos objetivos que prioricen su protección, bien por razones oportunísticas o por carecer de los medios suficientes para su delimitación. En este sentido los RPAS podrían jugar un papel importante en la selección y redefinición de áreas prioritarias para la conservación.

Elaborar conclusiones basadas en los resultados obtenidos, destacando los campos con mayor interés.

A raíz de los resultados obtenidos parece claro que el ámbito de la conservación se va

Table 1: Estudios con RPAS realizados en áreas protegidas, características técnicas de la plataforma y especies objetivos

Estudio	Tipo de Estudio	Objetivo/s	País	Lugar	Especie	Tipo RPAS	Modelo RPAS	Sistema de captura	Georef.	Costo
Pázmány Mulero (2015)	Ecología espacial	Estudio comparativo modelos distribución de especies	España	Parque Nacional de Doñana	Bos taurus	Ala fija	Easy Fly plane, Ikarus autopilot, Eagletree GPS logger	Panasonic Lumix LX-3 11MP	Si	5700 euros
?	Tipo estudio	Determinar la eficacia para detectar e identificar dugongs. Comprobar la actitud de los RPAS en diferentes condiciones ambientales. Determinar la resolución ideal	Australia	Shark Bay Marine Park	Dugong	Ala fija	ScanEagle	Nikon® D90 12 megapixel digital SLR camera	Si	Costo
?	Monitoreo de ecosistemas terrestres	Monitoreo de habitats en zonas restringidas; Modelos; Comparar la actitud de los RPAS en diferentes condiciones ambientales.	South Korea	Chiaksan National Park/Jaemhaean National Park	Multicóptero	Phantom 2 Vision+	istema de captura	Especie	Si	Costo
Jain (2013)	Estudio de poblaciones	Estudio	Burkina Faso	Nazinga Ranch	Ala fija	Gatewing 6100 UAS	Ricoh GR3 still camera (10 megapixels, 28 mm Charged Coupled Device)	Loxodonta africana	Si	426 / day
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	
Pázmány Mulero (2015)	Tipo estudio	Estudio	España	Parque Nacional de Doñana	Modelo RPAS	istema de captura	Especie	Si	Costo	

Países con escasos recursos, utilidad del control y vigilancia, especialmente en áreas marinas

Referencias

- AEDRON, Asociación Española de Drones y Afines. 2017. "Borrador de la nueva normativa (pendiente aprobación y publicación)". <https://www.aedron.com/borrador-nueva-normativa> [Accessed: 07 de Abril, 2017].
- Agencia EFE, La Nación. 2013. "CIDH alerta del creciente uso de 'drones' en América Latina.". http://www.nacion.com/mundo/latinoamerica/Comision_Interamericana_de_Derechos_Humanos-drones-regulacion-Costa_Rica_0_1375662598.html [Accessed: 07 de Abril, 2017].
- Andrews, C. 2014. "Wildlife monitoring: should UAV drones be banned?". <https://prod-eandt.theiet.org/content/articles/2014/07/wildlife-monitoring-should-uav-drones-be-banned/> [Accessed: 07 de Abril, 2017].
- Jain, Mukesh. 2013. "Unmanned Aerial Survey of Elephants." *PLoS ONE*.
- Lhoest, S., J. Linchant, S. Quevauvillers, C. Vermeulen and P. Lejeune. 2015. "How many hippos (Homhip): Algorithm for automatic counts of animals with infra-red thermal imagery from UAV." *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives* 40(3W3):355–362.
- Pázmány Mulero, Margarita. 2015. "Unmanned Aerial Systems in Conservation Biology."
- van Andel, Alexander C., Serge A. Wich, Christophe Boesch, Lian Pin Koh, Martha M. Robbins, Joseph Kelly and Hjalmar S. Kuehl. 2015. "Locating chimpanzee nests and identifying fruiting trees with an unmanned aerial vehicle." *American Journal of Primatology* 77(10):1122–1134.
- Weissensteiner, M H, J W Poelstra and J B W Wolf. 2015. "Low-budget ready-to-fly unmanned aerial vehicles: An effective tool for evaluating the nesting status of canopy-breeding bird species." *Journal of Avian Biology* 46(4):425–430.
- Wich, S. 2017. "Amazon river dolphin project.". <https://conservationdrones.org/2017/04/05/amazon-river-dolphin-project/> [Accessed: 07 de Abril, 2017].