

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 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 fauna y vida silvestre	7
Monitoreo y mapeo de ecosistemas terrestres y acuáticos	9
Apoyo para el cumplimiento de las leyes en áreas protegidas	9
Resultados y conclusiones	9
Referencias	11

Introducción

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 ([Linchant et al., 2015](#)). Este auge ha conducido a un mayor desarrollo de las metodologías que tratan de complementar o sustituir las técnicas tradicionales 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 (Chape et al., 2005). Sin embargo, a pesar de esta tendencia positiva, la creación de estas áreas ha estado motivada en muchos casos por criterios oportunistas que no reflejan necesariamente el valor ecológico de los ecosistemas a preservar (Knight and Cowling, 2007). En un reciente informe realizado por la Sociedad Zoológica de Londres (Living and Index, 2016) , se calcula que el tamaño de las poblaciones de vida silvestre ha disminuido en un 52 % en el periodo de 1970 hasta 2012. Todos los indicios apuntan al hombre como principal desencadenante de la ya denominada sexta extinción masiva en nuestro planeta. Tanto es así, que algunos investigadores comienzan a hablar del antropoceno, como inicio de una nueva época en el periodo Cuaternario. La fragmentación del habitat, el aumento de la contaminación, especialmente grave en ecosistemas de agua dulce, la sobreexplotación de los recursos, las consencuencias a nivel global del cambio climático y el impacto de las especies invasoras sobre poblaciones autóctonas han sido identificados como los principales amenazas para la biodiversidad. La complejidad del requieren soluciones noveles que puedan mejorar nuestra comprensión de los ecosistemas y permitan tomar medidas encaminadas a la preservación de la biodiversidad. Aunque aún en proceso de consolidarse como herramienta de trabajo esencial en la gestión de áreas protegidas, en este estudio se argumenta el importante rol de los RPAS en conservación, en la medida en que se superen las barreras técnicas y legales que limitan su efectividad.

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 <http://conservationdrones.org/> es uno de los sitios de referencia. Sus objetivos se enmarcan en la facilitación del uso y desarrollo de RPAs en actividades conservacionistas. En su web se

pueden consultar casos de usos de RPAS cuyos resultados, dado el carácter pionero de estos estudios, 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 (Koh and Wich, 2012).

Por otra parte, este estudio se analiza el grado en el que los RPAS están llamados a complementar o 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 (Koh and Wich, 2012). 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 (Zahawi et al., 2015).

Junto con las oportunidades de reducir los costes y la carga logística, 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 (Sasse, 2003). Desde el punto de vista de las especies de fauna observadas, algunos estudios analizan la respuesta de las especies

frente a los RPAS y consideran la aplicación de buenas prácticas con objeto de reducir el impacto negativo en su bienestar y evitar perturbaciones en los patrones de comportamiento.

Finalmente, algunos autores señalan la necesidad de mejorar el marco regulatorio respecto al uso civil de los RPAS (Nugraha, Jeyakodi and Mahem, 2016). 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, argumentando problemas de seguridad nacional en detrimento de 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 responsable 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, literatura gris, tesis de postgrado, sitios web y revistas especializadas, siguiendo una línea similar a otros estudios realizados con anterioridad Linchant et al. (2015). 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 categorizó según los propósitos de aplicación de los RPAS en la conservación en espacios protegidos. La mayoría de los estudios analizados se centran en la viabilidad de los RPAS la conservación a gran escala, junto con la caracterización de poblaciones y comunidades de vida silvestre, especialmente en estudios de distribución y abundancia. Las aplicaciones en actividades de monitoreo y mapeo en ecosistemas terrestres y acuáticos también ocupan un lugar destacado, en estrecha relación con las mejoras en la resolución espacio-temporal de las imágenes adquiridas. Adicionalmente se revisan algunos aspectos de índole social recogidos en los materiales seleccionados y que son motivo de controversia, con especial 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. En cualquier caso, dado el carácter multidisciplinar y multipropósito de estos estudios existe cierto solape entre los objetivos marcados dentro de cada proyecto, por lo que se ha tenido en cuenta aquellos objetivos que mayor peso tienen en el contexto de la investigación.

La información seleccionada 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. Finalmente se discuten los posibles escenarios que presentan los RPAS como herramientas fundamentales para contribuir a la consecución de los objetivos de conservación en espacios protegidos, destacando algunas tendencias y oportunidades 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

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	Georref.	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
Hodgson, Kelly and Peel 2013	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	ScantEagle	Nikon® D90 12 megapixel digital SLR camera	Si	Costo
Ivošević et al. (2015)	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/Taeanhaean National Park	Multicóptero	DJI Phantom 2 Vision+	built-in full HD videos 1080p/30fps and 720p/60fps, 14 megapixels resolution camera	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
Chabot, Carignan and Bird (2014)	Monitoreo de ecosistemas	Calidad del habitat	Canada	South shore of the St. Lawrence River; Lake Saint Pierre Biosphere Reserve	Ala fija	AI-Multi UAS	Canon S90	Ixobrychus exilis	Si	20,000
Mulero-Pázmány et al. (2014)	Vigilancia en áreas protegidas	Estudio	Africa	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	

(con el parque, técnicos etc).

Estudios de fauna y vida silvestre

Estudios de poblaciones

Actualmente se experimenta un incremento de los trabajos de investigación que incorporan el uso de RPAS en diversas disciplinas relacionadas con la ecología de poblaciones y comunidades. A partir de la información obtenida, algunos estudios comparan el desarrollo de modelos de distribución de especie y caracterización del habitat frente a sistemas de seguimiento por satélite o radiotelemetría, que permiten registrar el movimiento del animal para su análisis posterior (Pázmány Mulero, 2015), (Mulero-Pázmány et al., 2015). Otros estudios recientes combinan el uso de radiolocalizadores en RPAS y radiomarcadores VHF en estudios de seguimiento de fauna (Bayram et al., 2016).

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). La estimación de poblaciones de mamíferos en ecosistemas marinos también ha sido documentado con resultados positivos (Hodgson, Kelly and Peel, 2013). El uso de RPAS también ha encontrado su nicho de actuación en el monitoreo de aves, especialmente en estudios de dinámica poblacional en colonias (Sardà-Palomera et al., 2012). 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 generada, no es de extrañar que se hayan aplicado métodos desarrollados en el campo de la visión computerizada, dirigidos al conteo automático de individuos capturados en las escenas adquiridas por los sensores fotográficos (Lhoest et al., 2015),(Abd-Elrahman, Pearlstine and Percival, 2005), (van Gemert et al., 2015). Esto conlleva una reducción de los costes respecto al conteo manual de las escenas adquiridas, con la ventaja adicional de no 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 a la toma de imágenes aéreas, puesto que necesitan un mayor número de observadores que garanticen un conteo exhaustivo de las poblaciones para evitar errores en la estimación.

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.

(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

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 (Mulero-Pázmány, Negro and Ferrer, 2014). Si bien estos estudios no están dirigidos exclusivamente a áreas protegidas, podrían resultar de especial interés en zonas de amortiguamiento, donde el desarrollo antrópico es más acusado.

Monitoreo y mapeo de ecosistemas terrestres y acuáticos

Ecosistemas acuáticos

Ecosistemas terrestres

Apoyo para el cumplimiento de las leyes en áreas protegidas

Caza furtiva

Los RPAS también tienen especial proyección en el control y vigilancia de áreas protegidas. Así lo demuestran diferentes estudios, enfocados principalmente en el control de la caza furtiva. En áreas marinas protegidas, los RPAS de ala fija podrían permitir una vigilancia más eficaz contra la pesca furtiva. L

En estos casos el desarrollo de sistemas autónomos de mayor FPV

Otras actividades ilegales

Ética animal

([Ditmer et al., 2015](#))

Resultados y conclusiones

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. Diversos autores mencionan los problemas burocráticos para obtener permisos de investigación que hagan uso de esta tecnología emergente ([Vincent, Werden and Ditmer, 2015](#)). Consideramos que una regulación favorable permitiría aumentar las oportunidades en el sector, estimulando la innovación tecnológica.

Los conflictos sociales también ocupan un capítulo importante en el futuro de los drones en conservación. Comunidades implicadas

Hasta ahora no ha habido un desarrollo específico de drones que

En cuanto a ética animal, pilotos experimentados y conscientes.

En la mayoría de los estudios analizados se remarca el bajo coste operacional de los drones frente a otras herramientas de conservación. En estudios de carácter multitemporal o con necesi-

dades de alta resolución espacial las ventajas son especialmente patentes. Hay drones que permiten seguir el objetivo... limitación batería

Riesgos de los vehiculos aereos tripulados, costes,

Explicar que estudios usan multirotores y ala fija Mejoras en la autonomia de vuelo, junto con el desarrollo de sensores de mayor resolución. En al medida en la que aumente el desarrollo de sensores con mayor resolución espectral, el abanico de posibilidades de

Mejoras en los algoritmos para la detección de fauna junto al desarrollo de sensores fotograficos de mayor resolución en un formato más reducido, permitiendo una menor carga y por tanto un mayor tiempo de vuelo.

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

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

Referencias

- Abd-Elrahman, Amr, Leonard Pearlstine and Franklin Percival. 2005. "Development of Pattern Recognition Algorithm for Automatic Bird ..." *Surveying and Land Information Science* 65(1):37.
- 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].
- Bayram, Haluk, Krishna Doddapaneni, Nikolaos Stefas and Volkan Isler. 2016. "Active Localization of VHF Collared Animals with Aerial Robots." (13):74–75.
- Chabot, Dominique, Vincent Carignan and David M. Bird. 2014. "Measuring habitat quality for least bitterns in a created wetland with use of a small unmanned aircraft." *Wetlands* 34(3):527–533.
- Chape, S, J Harrison, M Spalding and I Lysenko. 2005. "Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets." *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 360(February 2005):443–455.
- Ditmer, Mark A., John B. Vincent, Leland K. Werden, Jessie C. Tanner, Timothy G. Laske, Paul A. Iaizzo, David L. Garshelis and John R. Fieberg. 2015. "Bears Show a Physiological but Limited Behavioral Response to Unmanned Aerial Vehicles." *Current Biology* 25(17):2278–2283.
URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.07.024>
- Hodgson, Amanda, Natalie Kelly and David Peel. 2013. "Unmanned aerial vehicles (UAVs) for surveying Marine Fauna: A dugong case study." *PLoS ONE* 8(11):1–15.
- Ivošević, Bojana, Yong Gu Han, Youngho Cho and Ohseok Kwon. 2015. "The use of conservation drones in ecology and wildlife research." *Journal of Ecology and Environment* 38(1):113–118.
- Jain, Mukesh. 2013. "Unmanned Aerial Survey of Elephants." *PLoS ONE* .
- Knight, Andrew T. and Richard M. Cowling. 2007. "Embracing opportunism in the selection of priority conservation areas." *Conservation Biology* 21(4):1124–1126.
- Koh, Lian Pin and Serge A. Wich. 2012. "Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation." *Tropical Conservation Science* 5(2):121–132.
- 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.

- Linchant, Julie, Jonathan Lisein, Jean Semeki, Philippe Lejeune and Cédric Vermeulen. 2015. "Are unmanned aircraft systems (UASs) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges." *Mammal Review* 45(4):239–252.
- Living, The and Planet Index. 2016. *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*.
- Mulero-Pázmány, Margarita, Jose Ángel Barasona, Pelayo Acevedo, Joaquín Vicente and Juan José Negro. 2015. "Unmanned Aircraft Systems complement biologging in spatial ecology studies." *Ecology and Evolution* 5(21):4808–4818.
- Mulero-Pázmány, Margarita, Juan José Negro and Miguel Ferrer. 2014. "A low cost way for assessing bird risk hazards in power lines: Fixed-wing small unmanned aircraft systems." *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 02(01):5–15.
URL: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/juvs-2013-0012>
- Mulero-Pázmány, Margarita, Roel Stolper, L. D. Van Essen, Juan J. Negro and Tyrell Sassen. 2014. "Remotely piloted aircraft systems as a rhinoceros anti-poaching tool in Africa." *PLoS ONE* 9(1):1–10.
- Nugraha, Ridha Aditya, Deepika Jeyakodi and Thitipon Mahem. 2016. "Urgency for Legal Framework on Drones : Lessons for Indonesia , India , and Thailand." *Indonesian Law Review* 6(2):137–157.
- Pázmány Mulero, Margarita. 2015. "Unmanned Aerial Systems in Conservation Biology.".
- Sardà-Palomera, Francesc, Gerard Bota, Carlos Viñolo, Oriol Pallarés, Víctor Sazatornil, Lluís Brotons, Spartacus Gomáriz and Francesc Sardà. 2012. "Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems." *Ibis* 154(1):177–183.
- Sasse, D. Blake. 2003. "Job-related mortality of wildlife workers in the United States, 1937-2000." *Wildlife Society Bulletin* 31(4):1000–1003.
- 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.
- van Gemert, Jan C., Camiel R. Verschoor, Pascal Mettes, Kitso Epema, Lian Pin Koh and Serge Wich. 2015. "Nature conservation drones for automatic localization and counting of animals." *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* 8925:255–270.
- Vincent, John B, Leland K Werden and Mark A Ditmer. 2015. "Barriers to adding UAVs to the ecologist's toolbox." *Frontiers in Ecology and the Environment* 13(2):74–75.
URL: <http://dx.doi.org/10.1890/15.WB.002>
- 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].

Zahawi, Rakan A., Jonathan P. Dandois, Karen D. Holl, Dana Nadwodny, J. Leighton Reid and Erle C. Ellis. 2015. "Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery." *Biological Conservation* 186(June):287–295.

URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.03.031>