

DRONES: UNA NUEVA TECNOLOGÍA PARA EL ESTUDIO Y MONITOREO DE FAUNA Y HÁBITATS

DRONES: A NEW TECHNOLOGY TO STUDY AND MONITOR WILDLIFE AND HABITATS

Mandujano, S.^{1*}; Mulero-Pázmány, M.²; Rísquez-Valdepeña, A.³

¹Red Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología A.C., km 2.5 Carretera Antigua Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa 91070, Ver., México. ²Universidad Técnica Particular de Loja. San Cayetano Alto, Loja, Ecuador. ³Secretaría Técnica, Instituto de Ecología A.C., km 2.5 Carretera Antigua Coatepec No. 351, Congregación del Haya, Xalapa 91070, Ver., México.

*Autor responsable: salvador.mandujano@inecol.mx

RESUMEN

La investigación y manejo de fauna silvestre requiere un monitoreo constante del estado de las poblaciones y de sus hábitats. Esta información es necesaria para detectar posibles amenazas y llevar a cabo eficazmente el trabajo de manejo y conservación. En los últimos 15 años se ha asistido a la incorporación de una nueva herramienta de monitoreo aéreo de fauna silvestre, coloquialmente denominado "dron", y en este trabajo se hace una breve descripción de éstos y su aplicación en el monitoreo de fauna silvestre. El propósito de ello es presentar las ventajas, pero también alertar acerca de sus posibles limitaciones.

Palabras clave: aviones, helicópteros, ventajas, limitantes.

ABSTRACT

The study and management of wildlife requires constant monitoring of the state of the populations and their habitats. This information is necessary to detect possible threats and to carry out effectively the management and conservation work. In the last 15 years the incorporation of a new tool of aerial monitoring of wildlife, colloquially named "drones", has been seen, and in this study a brief description of these and their application in wildlife monitoring is made. The purpose is to present the advantages but also alert about their possible limitations.

Keywords: planes, helicopters, advantages, limitations.

INTRODUCCIÓN

En el estudio, conservación y manejo de las especies de la vida silvestre se requiere el monitoreo para conocer el estatus y la tendencia de la biodiversidad, así como las posibles causas que pudieran afectarlas, como cambios en el hábitat debido a la deforestación y fragmentación, agricultura, ganadería, introducción de especies exóticas y cacería furtiva (Thompson, 2004). Como parte de esos programas de monitoreo, se aplican diversos métodos de muestreo en campo, entre los que destacan: el conteo directo de animales en líneas de recorrido, la captura-recaptura en diferentes tipos de trampas, redes y cámaras-trampa; además, ha sido tradicional el empleo de métodos que involucran en rastreo para contar huellas, excrementos, madrigueras y cualquier otra evidencia de la presencia de las especies de interés (Sutherland, 2006).

La aplicación de cualquiera de estos métodos implica un intenso trabajo en campo, lo cual involucra desde la compra del equipo básico hasta los gastos de viaje del personal en los muestreos. En consecuencia, los costos pueden ser muy variables, pero en general son altos, dependiendo entre otros factores de la superficie del área de estudio; por ejemplo, en Áreas Naturales Protegidas (ANP) y en Unidades para la Conservación y Uso Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), las especies involucradas, el personal disponible y el método seleccionado. En los últimos 15 años se ha asistido a la incorporación de una nueva herramienta de monitoreo aéreo de fauna silvestre, los coloquialmente denominados "drones" (Anderson y Gaston, 2013; Hardin y Hardin, 2010; Jones *et al.*, 2006; Koh y Wich, 2012), y por su importancia actual se hace una breve descripción de su aplicación al monitoreo de fauna silvestre, además de algunas aplicaciones en México, con el fin de presentar sus ventajas y posibles limitaciones.

¿Qué son los drones?

Los drones son conocidos por las siglas UAS de "*Unmanned Aircraft Systems*" en inglés, que se traduce como "sistemas aéreos no tripulados", es decir, aeronaves que tienen la capacidad de volar sin tripulación a bordo y de modo autónomo (Mulero-Pázmány *et al.*, 2015). Las principales ventajas que ofrecen frente a otros métodos de monitoreo de fauna son: 1) una alta resolución espacial, ya que el vuelo a baja altura permite tomar imágenes con gran detalle, y 2) una elevada resolución temporal, ya que su facilidad de despliegue permite realizar vuelos con la frecuencia deseada (Lisein *et al.*, 2013; Watts *et al.*, 2010). Además, dada la precisión de los sistemas de navegación es posible repetir los vuelos de modo sistemático y así comparar las imágenes de distintos momentos utilizando herramientas de software específicas, lo cual resulta más fiable que, por ejemplo, un censo visual desde una aeronave tripulada. El objetivo del uso de drones suele ser la adquisición de datos, para lo cual se equipa a la aeronave con una "carga útil" que consiste en un grupo de sensores: cámaras de fotos y/o video (en espectro visible, térmico o multiespectral), sensores meteorológicos o dispositivos para la toma de muestras. El funcionamiento de la carga útil se puede controlar desde la estación de control donde también se reciben

los datos que se van adquiriendo en vuelo.

Básicamente, los drones están formados por dos partes: un vehículo aéreo y una estación de control en tierra. La aeronave, generalmente de ala fija (avión) o rotatoria (helicóptero o multicóptero) es propulsada por un motor, y está dotada de distintos sistemas que permiten enviar información hacia la estación de control (telemetría) o recibir órdenes desde la misma (tele comando). La aeronave va equipada con GPS (geoposicionador) y otros sensores de posición y con un pequeño ordenador a bordo denominado autopiloto que se encarga de que vuele de forma estable a las localizaciones programadas. La estación de control en tierra incluye un ordenador donde se programan y se realizan todas las operaciones del vuelo y los sistemas para enviar y recibir información de la aeronave (transmisores y antenas en las bandas de frecuencias adecuadas).

¿Qué tipos de drones hay?

El origen de los drones tuvo lugar en el ámbito militar, siendo este aún el campo que lidera el desarrollo tecnológico, y en cuya industria se producen los sistemas más sofisticados. No obstante, la creciente disponibilidad y moderación del precio de los componentes microelectrónicos y sensores (placas Arduino, GPS, amplificadores de señal, cámaras) unidos a la popularidad del software libre y al éxito de foros y redes sociales donde se comparte información entre interesados, han facilitado que los equipos de aeromodelismo moderno hayan evolucionado hacia lo que podríamos llamar "drones caseros" que presentan

capacidades propias de los drones, como volar fuera de línea de visión y de modo autónomo.

En la actualidad, la popularidad del uso de drones para el ocio es principalmente para fotografía aérea y ha desembocado en el auge de una industria de “drones hobby” a precios muy asequibles, liderada por los fabricantes Parrot y DJI; además, estas y otras empresas ofrecen otra categoría superior de drones profesionales o semi-profesionales a precios intermedios orientados al incipiente sector de servicios proporcionados por estos sistemas: agricultura de precisión, cartografía, minería, monitoreo de incendios, planificación urbanística y vigilancia, entre otros. En paralelo al avance técnico de los drones y el incremento de aplicaciones y usuarios, se ha producido también un desarrollo considerable de software para manejar los sistemas más fácilmente (ej. *MissionPlanner*, apps específicas de DJI, Parrot) y procesar los datos que se obtienen de modo más rápido y sencillo (principalmente herramientas de fotogrametría como *Pix4D* o *Photomodeller*). En consecuencia, existe una gran variedad de drones, desde aeronaves de gran tamaño (denominados HALE o MALE UAS), equipos medianos o pequeños que pueden transportarse en una maleta, y hasta micro UAS que caben en la palma de la mano. En consonancia con la complejidad del sistema, el despliegue es más o menos complicado e implica desde la necesidad de aeropuertos para los grandes drones hasta la posibilidad de operar dentro de una habitación cerrada para los pequeños. Del mismo modo, la estación de control de los grandes sistemas se ubica en costosas instalaciones y requiere un elevado número de supervisores especializados o se simplifica en una aplicación que puede manejar cualquier persona con conocimientos muy básicos desde un teléfono inteligente o una *tablet*.

¿Para qué se están aplicando los drones?

Los drones cada vez se usan más en investigaciones de fauna y caracterización del hábitat, en particular para obtener información acerca de la distribución espacial de los animales en zonas de difícil acceso. Los proyectos pioneros que incorporaron esta tecnología al monitoreo de fauna tuvieron lugar en la primera mitad de la década de 2000, usando drones derivados de aeromodelos (Jones *et al.*, 2006). En la actualidad, los sistemas más usados son pequeños drones de una masa máxima al despegue de 2-25 kg, con alcances generalmente inferiores a 30 km, autonomías de 30 minutos a 4 horas, y

equipados con cámaras fotográficas en espectro visible o térmico.

En la actualidad, los drones se están empleando para estudiar diversas especies de fauna. En el campo de la ornitología existen varios trabajos de censo de aves acuáticas y colonias de aves gregarias, monitoreo de poblaciones de pingüinos, gansos e inspección de nidos de rapaces y córvidos, entre otros (Hodgson *et al.*, 2016; McEvoy *et al.*, 2016; Mulero-Pázmány *et al.*, 2014a; Sardà *et al.*, 2012; Wilson *et al.*, 2017). También hay diversos estudios en los que se usan drones para censo de mamíferos terrestres, tales como corzos, primates y elefantes, o para localizar madrigueras de roedores (Hodgson *et al.*, 2013; Martin *et al.*, 2012; Prieto *et al.*, 2014). Asimismo, se han utilizado como complemento para vigilancia de fincas y para detectar la caza furtiva de especies amenazadas, como el rinoceronte (Mulero-Pázmány *et al.*, 2014b). Hay también un gran interés en el uso de drones para estudiar mamíferos marinos, debido a las dificultades de acceso que presentan estos ambientes.

Además de los trabajos de detección de animales, los estudios enfocados a la caracterización y mapeo de hábitats son cada vez más abundantes, con una aproximación de índole ecológica y epidemiológica (Barbosa *et al.*, 2014). Diversos investigadores están trabajando en diseños específicos de drones para usos medioambientales y avanzando en las técnicas de procesamiento de datos; también, hay varios estudios que ponen en perspectiva el uso de drones frente a otros métodos de monitoreo de fauna convencionales y proponen formas de operar los sistemas para minimizar el posible impacto negativo de los vuelos sobre la fauna.

¿Qué se está haciendo en México con los drones?

Si bien el empleo de drones con objetivos de monitoreo de fauna y hábitats es insipiente en México, existen diversas iniciativas donde se está evaluando el potencial de esta herramienta. En particular, su implementación como nueva herramienta tecnológica en la investigación del medio ambiente supone una conjugación de los intereses de los sectores de conservación de la biodiversidad y los sectores de desarrollo tecnológico, por lo que abre nuevas oportunidades de desarrollo y negocio de interés en México (Cuadro 1). Específicamente en el Instituto de Ecología A. C. (Xalapa, Veracruz, México) se está realizando un proyecto enfocado a tres objetivos principales: 1) adquisición de equipo, el

Cuadro 1. Ejemplo de estudios casos en los que se han aplicado los drones para diferentes objetivos de estudio y manejo de la fauna silvestre en México.

Especie(s)	Objetivos	Referencia
Tiburón ballena	Estudio biológico	http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/instalan-drones-y-camaras-submarinas-a-tiburones-ballena-para-estudio-14706
Vaquita marina	vigilancia cacería ilegal	http://a21.com.mx/innovacion/2016/08/03/mexico-usa-drones-para-conservar-especies-en-peligro-de-extincion http://www.xataka.com.mx/ciencia/mexico-utilizara-drones-para-monitorear-y-prevenir-pesca-ilegal
tortuga golfina	vigilancia playas anidación	http://www.xataka.com.mx/otros-1/mexico-protege-a-la-tortuga-marina-con-drones
Fauna	Monitoreo en costas	http://miledbcs.com.mx/bcs/2015/12/10/utilizara-drones-para-monitorear-la-fauna-silvestre-y-las-playas-de-bcs/
Arrecifes coralinos	Estudio	http://www.elfinanciero.com.mx/universidades/drones-ayudan-a-estudiar-arrecifes-de-coral.html
Mamíferos grandes	Monitoreo	Garza-González <i>et al.</i> (2015)
Venado cola blanca	Monitoreo	http://www.inecol.edu.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/563-drones-observacion-de-fauna-y-de-habitats-desde-el-aire

montaje de sistemas y el fortalecimiento en las habilidades prácticas; 2) obtención de experiencia en las diferentes facetas que implica el uso de esta tecnología, tales como la búsqueda de literatura científica y tecnológica del tema, aprendizaje en la programación de los diferentes sistemas manuales y automatizados; y 3) posible aplicación de esta tecnología en las regiones de Actopan, Veracruz y la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán en Puebla y Oaxaca para monitorear especies como el venado cola blanca y su hábitat en UMAs extensivas (Figura 1).

¿Cuáles son las limitaciones principales de los drones?

Las prestaciones de los drones y sus sistemas embarcados están relacionados de forma bastante directa con sus costos. Los drones comerciales más asequibles tienen autonomías y alcances reducidos (<600 m), suficientes para realizar tareas sencillas de inspección (nidos de aves), pero que no resultarían adecuados para monitorear animales en grandes extensiones. Con respecto a los sensores embarcados sucede algo similar, ya que la calidad de las imágenes (que condiciona la detección) y el tamaño y peso del sensor (que condiciona su integración en el dron) suelen estar relacionados con el costo. Conviene tener presente el costo que supone la adquisición de software específico (fotogrametría) que facilite el manejo de grandes volúmenes de imágenes que deben ser geo referenciadas con precisión para su posterior análisis con sistemas de información geográfica. La opción de utilizar "drones caseros" permite ahorrar en componentes, pero exi-

ge un conocimiento considerable de aeromodelismo, electrónica, programación y pilotaje, una dedicación de tiempo importante y, en ocasiones, se corre el riesgo de un descenso en la fiabilidad de los equipos resultantes, bien por el uso de componentes no adecuados o por posibles fallos en la configuración o montaje del sistema. Es necesario tener presente que el objetivo de monitoreo condiciona la elección de la carga útil, que a su vez condiciona el tipo de dron a utilizar. Para que el monitoreo de una especie en concreto sea exitoso es importante tener bien definido el diseño experimental, definir los requerimientos de la misión, conocer el mercado de sensores y aeronaves, y finalmente seleccionar un dron que sea capaz de volar el tiempo y distancia necesarios, cargando con el peso y soportando el volumen de la carga útil elegida.

Una de las principales limitaciones actuales para el uso de drones en el monitoreo de fauna es el aspecto legal o normativo. Varios países aún no tienen regulación específica para el uso de los sistemas, lo cual produce bastante inseguridad en los potenciales usuarios. Otros prohíben o restringen el vuelo en determinadas zonas a partir de altitudes concretas o a determinadas distancias del operador y exigen la obtención de licencias para pilotar u operarlos y seguros de responsabilidad, lo cual supone una inversión económica y trámites más o menos complejos, dependiendo de cada administración. Si bien los drones tipo cuadricópteros son los más comerciales, fáciles de adquirir y relativamente sencillos de maniobrar, estos tienen limitaciones serias principalmente debido al tiempo y distancia de vuelo; por el contrario, los drones



Modelo Raptor Firststar V2 de Volantex RC, con el sistema de piloto automático (ArduPilot 2.6)



Bixler 2 en campo, con sistema FPV (First Person View - Vista en primera persona)



Lanzamiento de un Bixler 2 en campo



Fotografía aérea del modelo venado de prueba



Esquema de operación del sistema: Firststar V2, computadora recibiendo telemetría y enviando definición de la ruta, antena, piloto y zona de estudio



Programación del piloto automático en Mission Planner, para el recorrido del UAS (Unmanned Aircraft System)

Figura 1. Tipo de dron y consideraciones de uso en el monitoreo de fauna silvestre.

tipo avión se han aplicado con mayor frecuencia en el monitoreo de la biodiversidad, pero son más caros y complicados de volar. En México se está iniciando la aplicación de esta tecnología y el futuro es prometedor en ANPs, UMAs y otros con buena visibilidad y condiciones de seguridad.

CONCLUSIONES

Los drones son una alternativa muy atractiva; sin embargo, antes de elegir emplearlos se debe considerar los objetivos del estudio y monitoreo, así como los costos y logística para su aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto Estratégico (No.20035-30921) y CONACYT (No. CB2015-01-256549) del Instituto de Ecología A.C.

LITERATURA CITADA

- Anderson K., Gaston K.J. 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology & Environment* 11:138–146.
- Barasona J.A., Mulero-Pázmány M., Acevedo P., Negro J.J., Torres M.J., Gortázar C., Vicente, J. 2014. Unmanned Aircraft Systems for studying spatial abundance of ungulates: relevance to spatial epidemiology. *PLoS One* 9:e115608.
- Garza-González S., Karas O., García M.A. 2015. Vehículo aéreo no tripulado para ayuda en la identificación de mamíferos grandes. *Proyectos Institucionales y de Vinculación, UANL, Año III* (5):101-107.
- Hardin P.J., Hardin T.J. 2010. Small-scale remotely piloted vehicles in environmental research. *Geography Compass* 4(9):1297-1311.
- Hodgson A., Kelly N., Peel D. 2013. Unmanned aerial vehicles (UAVs) for surveying marine fauna: a dugong case study. *PLoS ONE* 8(11) e79556.
- Hodgson J.C., Baylis S.M., Mott R., Herrod A., Clarke R.H. 2016. Precision wildlife monitoring using unmanned aerial vehicles. *Scientific reports* 6: 22574.
- Jones G., Pearlstone L., Percival H. 2006. An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research. *Wildlife Society Bulletin* 34:750-758.
- Koh L.P., Wich S.A. 2012. Dawn of drone ecology: low-cost autonomous aerial vehicles for conservation. *Tropical Conservation Science* 5:121-132.
- Lisein J., Linchant J., Lejeune P., Bouché P., Vermeulen C. 2013. Aerial surveys using an Unmanned Aerial System (UAS): comparison of different methods for estimating the surface area of sampling strips. *Tropical Conservation Science* 6:506-520.
- Martin J., Edwards H.H., Burgess M.A., Percival H.F., Fagan D.E., Gardner B.E., Ortega-Ortiz J.G., Ifju P.G., Evers B.S., Rambo T.J. 2012. Estimating distribution of hidden objects with drones: from tennis balls to manatees. *PLoS ONE* 7(6): e38882
- McEvoy J.F., Hall G.P., McDonald P.G. 2016. Evaluation of unmanned aerial vehicle shape, flight path and camera type for waterfowl surveys: Disturbance effects and species recognition. *PeerJ* 4:e1831.
- Mulero-Pázmány M., Barasona J. A., Acevedo P., Vicente J., Negro J.J. 2015. Unmanned Aircraft Systems complement biologging in spatial ecology studies. *Ecology and Evolution* 5:4808-4818.
- Mulero-Pázmány M., Negro J.J., Ferrer J. 2014a. A low cost way for assessing bird risk hazards in power lines: Fixed-wing small unmanned aircraft systems *Unmanned Vehicule Systems* 2:5-15.
- Mulero-Pázmány M., Stolper R., Van Essen L.D., Negro J.J., Sassen T. 2014b. Remotely piloted aircraft systems as a rhinoceros anti-poaching tool in Africa. *PLoS One* 9:1-10.
- Prieto R., Méndez E., Vales J. J., Pino I., Carpintero I. R., Granado L., Moreira, J.M. 2014. Aplicación de UAV a la detección de fauna como soporte a los censos cinegéticos. *Revista de Teledetección* 41:121-131.
- Sardà-Palomera F.R., Bota G., Vinolo C., Pallares O., Sazatornil V., Brotons L., Sarda F. 2012. Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems. *Ibis*, 154(1):177-183.
- Sutherland W.J. 2006. *Ecological census techniques a handbook*. Second Edition, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Thompson E.L. 2004. *Sampling rare or elusive species: concepts, designs and techniques for estimating population parameters*. Island Press, Washington, D.C.
- Watts A.C., Perry J.H., Smith S.E., Burgess M.A., Wilkinson B.E., Szantoi Z., Ifju P.G., Percival H.F. 2010. Small Unmanned Aircraft Systems for low-altitude aerial surveys. *Journal of Wildlife Management* 74:1614-1619.
- Wilson A.M., Barr J., Zagorski M. 2017. The feasibility of counting songbirds using unmanned aerial vehicles. *The Auk* 134(2):350-362.

