

APLICACIÓN DE UAVS A LA DETECCIÓN DE FAUNA COMO SOPORTE A LOS CENSOS CINEGÉTICOS. REDIAM

R. Prieto⁽²⁾, E. Méndez⁽²⁾, J.J. Vales⁽²⁾, I. Pino⁽²⁾, I.R. Carpintero⁽²⁾, L. Granado⁽²⁾, G. Montoya⁽²⁾, F. Giménez de Azcárate⁽²⁾, F. Cáceres⁽¹⁾, J.M. Moreira⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Secretaría General de Medio Ambiente y Agua. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 Sevilla. Tel: 955003429, Fax: 955003795. E-mail: {francisco.caceres, josem.moreira}@juntadeandalucia.es*

⁽²⁾ *Red de Información Ambiental de Andalucía. Subdirección de Comunicación y Sistemas de Información, y Unidad de I+D+i. Agencia de Medio Ambiente y Agua. Johan Gutenberg, 1, Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla. Tel: 955044529, Fax: 955625140. E-mail: {rprieto, emendez, jvales, ipino, icarpintero, lgranado, gmontoya, fgimenezdeazcarate}@agenciamedioambienteyagua.es*

RESUMEN

El presente trabajo presenta la metodología seguida para el análisis de la potencialidad de los vehículos no tripulados (UAV) como plataformas de observación adecuadas para la adquisición de imágenes térmicas sobre ámbitos cinegéticos, y la estimación de individuos de estas poblaciones (fauna, en este caso venados). Debido a limitaciones detectadas en la información de partida, algunas fases del trabajo son aproximaciones alternativas a un proceso óptimo. En base a esto, se plantean requerimientos técnicos específicos a los vuelos de cara a realizar un análisis más adecuado.

Palabras clave: Censo, fauna, teledetección, UAV, GSD, Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

ABSTRACT

The following paper details the methodology for analyzing the potential of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) as suitable observation platforms for obtaining thermal images of hunting areas, and for the estimation of number of individuals for these populations (fauna, in this case deer). Due to limitations detected in the initial information, some of the work stages are alternative approaches to an optimal process. On this basis, specific technical flight requirements are proposed in order to carry out a more appropriate analysis.

Keywords: Census, fauna, remote sensing, UAV, GSD, Environmental Information Network of Andalusia (REDIAM).

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos cinegéticos constituyen un aprovechamiento tradicional del monte mediterráneo. Para la adecuada gestión de este recurso es imprescindible disponer de información lo más fiable posible de la población cinegética existente y del estado de conservación del medio en el que se encuentra para respetar las condiciones necesarias de desarrollo y conservación de especies y poder regular adecuadamente la carga cinegética en estos territorios. Los censos para la estimación de poblaciones vienen realizándose por métodos clásicos (itinerarios, conteo en comederos,...). Como complemento o alternativa a los mismos se plantea el uso de la teledetección a partir de sensores aerotransportados en UAV, en particular la utilización del infrarrojo térmico (Naugle *et al.*, 1996; Wilde *et al.*, 1999; Kissell *et al.*, 2004), sobre los que llevar a cabo la identificación de especies animales y por tanto estimación de número de individuos de dichas poblaciones sobre ámbitos territoriales suficientemente relevantes (cotos de caza). Para este estudio se ha utilizado información previa de un vuelo no tripulado

sobre parte de la finca Las Navas (Córdoba) realizado el 11 Enero de 2012 que cubre unas 725 ha en modo captura rápida para observación de fauna y sin requerimientos técnicos propios de fines cartográficos. Se dispone de 2500 imágenes en formato crudo ("raw data") con tamaño 640x480, adquiridas con la cámara térmica "Miricle Camera LVDS 307K. Thermoteknix Systems Ltd" (Array Size 640x480; Spectral Response 8-12 μ m; Pixel Pitch 25 μ m) a bordo de la plataforma no tripulada "E-300 Viewer" (Figura 6). También se dispone de posiciones GPS no precisas de la trayectoria del vuelo (con planificación poco rigurosa).

2. METODOLOGÍA

En las primeras fases del trabajo se han llevado a cabo análisis de la información disponible (cámara, trayectoria de vuelo, imágenes,...). Las condiciones de captura y la geometría del vuelo limitan la potencialidad de uso en relación con el objeto del estudio. El análisis geométrico ha permitido una georreferenciación lo más adecuada posible de las imágenes para su posterior tratamiento y mosaicado. En la última fase se ha

trabajado en la identificación de individuos dentro del ámbito de estudio, pudiendo extrapolarse este análisis a todo el ámbito cubierto por él.

2.1. Análisis preliminar del vuelo

El vuelo se realizó con fines de catalogación pero no se tuvieron en cuenta requerimientos habituales cuando se persiguen fines cartográficos. El principal inconveniente, ha sido la falta de integración compacta de los componentes del sistema (cámara, GPS, IMU,...) que ha provocado la asignación incorrecta de posiciones a los centros de proyección (CDP) de las imágenes (no sistemáticos) y por tanto en la georreferenciación de las mismas. Esto va a provocar problemas importantes en la cobertura superficial (recubrimientos, huecos, saltos de posición de fotografías, desfases entre pasadas,...) que se evidencian en el posterior control geométrico del vuelo. Este hecho se ha visto agravado por la captura de datos GPS en modo absoluto, en vez de en relativo (incluyendo postproceso).

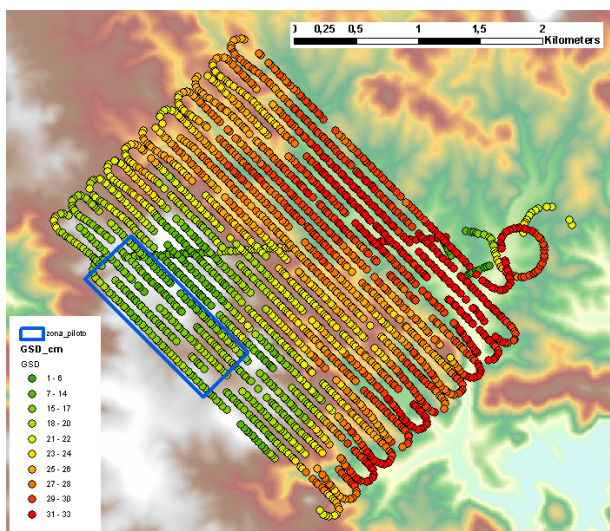


Figura 1. Control geométrico del vuelo. Ej.: Análisis del tamaño de píxel (visualización de CDP de imágenes).

2.2. Control de la geometría del vuelo

Tomando en consideración los aspectos comentados se lleva a cabo un control de la geometría del vuelo a partir de las posiciones de los centros de proyección obtenidas. Se llevan a cabo test de control de: altura de vuelo, escala de vuelo, tamaño de píxel (GSD a partir de anteriores parámetros), recubrimientos longitudinales entre imágenes y transversales entre pasadas.

Dadas las características de la plataforma/cámara se concluye que es importante llevar a cabo una correcta planificación del vuelo antes de su ejecución para evitar los problemas de escala y recubrimientos detectados. Para ello hay que tomar muy en consideración las alturas sobre el terreno de las trayectorias (a partir de un

MDE preciso). Se estima que para la detección de individuos (venados en nuestro caso) un tamaño “adecuado” de píxel terreno (GSD) se encuentra entre 15-20cm (que respeta la relación escala de vuelo/superficie a cubrir).

2.3. Imágenes y mosaicado

A partir de las posiciones GPS, orientación de pasadas y datos calculados en los test de control geométrico comentado con anterioridad (principalmente GSD para cada fotografía) se puede llevar a cabo una georreferenciación aproximada que permita una interpretación visual de las imágenes. El resultado mejoraría sustancialmente con un proceso de Aerotriangulación (Orientación de fotografías). En este sentido se ha seleccionado un ámbito en donde el GSD es “adecuado” según apartado 2.1 (en verde sobre la Figura 1), y en donde se verificó en campo presencia de individuos. Para ello se han obtenido las imágenes del ámbito seleccionado (153 fotografías distribuidas en 5 pasadas) en un formato de trabajo, transformando de “raw data” a TIFF 16 bits unsigned. Hay que tomar en consideración que la cámara utilizada no lleva a cabo una autocalibración continua durante la toma fotográfica, de forma que el sensor no se va adecuando a las características del terreno.

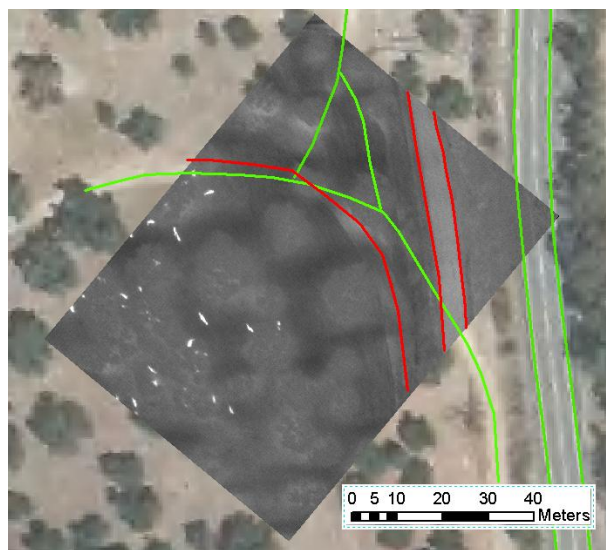


Figura 2. Diferencias posicionales y limitaciones geométricas de la imagen UAV georreferenciada (elementos en rojo) vrs. Ortofotografía PNOA (verde).

El uso de las imágenes así capturadas está afectado por las limitaciones propias de la perspectiva cónica a las que se suman las de la georreferenciación aplicada según proceso expuesto (errores no sistemáticos de incluso decenas de metros). Sin embargo, la georreferenciación de las mismas teniendo en cuenta la escala a la que se ha tomado cada imagen permite que los elementos registrados en las mismas tengan unos

tamaños comparables. Este aspecto es especialmente importante en la identificación de animales (que deben ser de un tamaño similar aparezcan en la imagen que aparezcan). Una mejor aproximación se obtendría generando la ortoimagen (u ortofotografía) de cada fotograma (no realizada en este trabajo).

Tanto por interpretación visual como por tratamientos digitales, si se estudiara imagen a imagen se podrían tener problemas de duplicidad de elementos debidos al solape entre fotogramas y entre pasadas. Además cualquier tratamiento digital requeriría aplicarlo tantas veces como imágenes (fotogramas) disponibles.

Una optimización del proceso se consigue trabajando sobre un mosaico de imágenes de forma que cualquier clasificación se aplica una sola vez. Para eliminar cualquier tipo de problema de duplicidad, georreferenciación, etc. lo más adecuado es realizar la Ortorectificación de las imágenes (fotogramas) y el posterior mosaicado. Debido a las limitaciones de datos de partida y a los objetivos de este estudio, en este caso se ha llevado a cabo la obtención de un fotomosaico (mosaicado de las imágenes georreferenciadas (Figura 3)) con el objeto de comprobar que se puede trabajar directamente con el mismo para la identificación de fauna mediante tratamiento digital y clasificación.

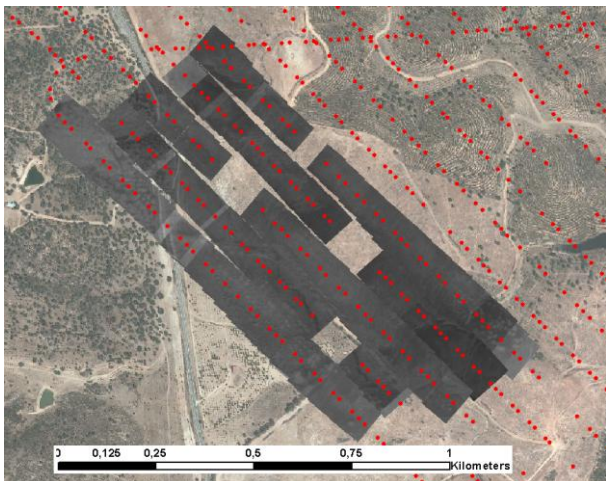


Figura 3. Mosaico de imágenes UAV en ámbito piloto sobre Ortofotografía PNOA.

Comparando el fotomosaico con una base cartográfica de referencia precisa como la Ortofotografía PNOA (Figura 2), pueden apreciarse limitaciones geométricas comentadas a la hora de llevar a cabo la georreferenciación de las imágenes (y también las deformaciones debidas a la perspectiva cónica de los fotogramas). Este fotomosaico se emplea como una aproximación del mosaico de ortoimágenes en el que se eliminan diferentes problemas ya comentados anteriormente.

2.4. Análisis digital e identificación de elementos

Disponiendo de las imágenes individuales y del fotomosaico en esta fase del trabajo se ha llevado a cabo un tratamiento digital para la identificación de potenciales individuos de fauna cinegética (venados) de la finca. Se ha trabajado inicialmente sobre imágenes individuales para estudiar la viabilidad de identificación de animales y verificándose con resultados similares al trabajar sobre el mosaico.

Utilizando el software ENVI, el tratamiento se basa en la aplicación de un filtro de Textura (en este caso Ocurrencias), fundamentada en que las imágenes contienen muchas frecuencias espaciales distintas con regiones de alta variación de brillo. Tras el análisis del resultado se realiza una clasificación supervisada de Paralelepípedo sobre la banda de la Varianza (Figura 4), identificando elementos (ROI) sobre animales con certeza por observación en campo y sobre otros elementos como bordes de imagen.

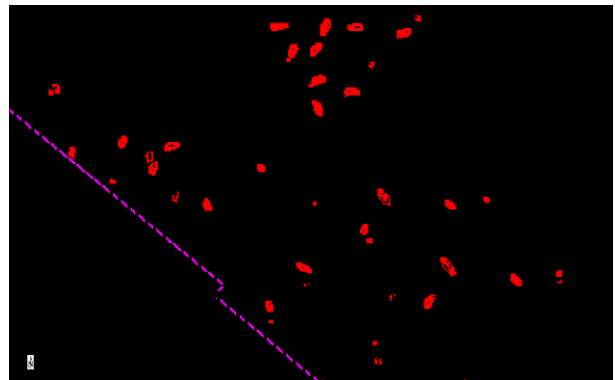


Figura 4. Resultados sobre el fotomosaico.

En la Figura 4, se muestran resultados de localización de individuos potenciales. Estos pueden estar duplicados (registrados en fotogramas consecutivos), en primer lugar debido al solape de las imágenes y también porque los animales podrían haberse movido. Posteriormente se realizan procesos de post clasificación para la mejora del resultado, filtrando el resultado para intentar eliminar información que no es de interés (bordes de imágenes, artefactos,...) obteniendo una imagen con localización de todos los elementos de interés, sobre la cual se lleva a cabo un proceso de vectorización y depuración.

En esta fase hay que aplicar un trabajo de interpretación para desechar elementos no probables en el cómputo global. Hay que considerar que las plataformas UAV pueden portar varios sensores (multisensor). Es decir, pueden tomarse imágenes con cámara térmica y visible de forma que los datos obtenidos con la segunda aportan una gran información para interpretación de resultados.

3. RESULTADOS

En este estudio, a partir de tratamiento digital se han localizado una serie de elementos que potencialmente pueden tratarse de animales. Sobre la Figura 5 aparecen en verde los elementos seleccionados como probables y en rojo aquellos que no son probables (errores por comisión debidos a diferentes factores). El comportamiento de la especie y la verificación en campo simultánea a la captura de imágenes confirman la presencia de manada de venados. Los elementos localizados (no probables) distribuidos casi sistemáticamente en muchos fotogramas pueden considerarse errores debidos a diferentes factores.

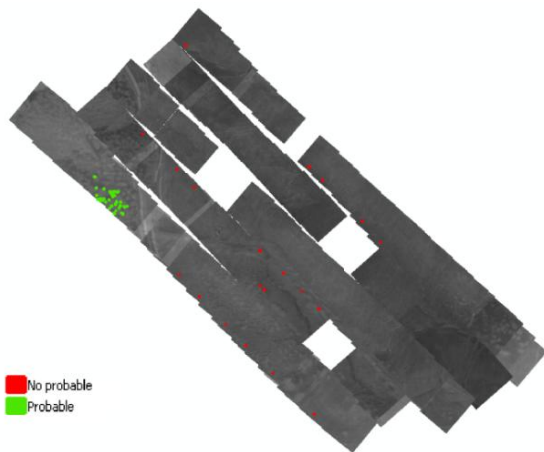


Figura 5. Resultados. Localización de individuos, probables (verde) y no probables (rojo) sobre ámbito de estudio (mosaico UAV).

4. CONCLUSIONES

Se puede decir que los UAV pueden ser una buena plataforma para estimación de poblaciones cinegéticas. Sin embargo se plantean limitaciones y requerimientos técnicos específicos para obtener resultados adecuados, que es conveniente contrastar con visitas de campo simultáneas a la adquisición de imágenes.

Es importante una correcta planificación del vuelo seleccionando un GSD coherente con el tamaño de elementos a detectar (en este caso fauna cinegética) y una optimización entre el GSD y la superficie total a cubrir.

Es imprescindible una completa integración del sistema: Sensor-GPS-IMU para una precisa asignación de posiciones (XYZ y ángulos) a los centros de proyección. Esto favorecerá el análisis de las fotografías como el tratamiento posterior, principalmente de cara a llevar a cabo un proceso riguroso de orientación (Aerotriangulación) para su Ortorectificación.

El producto Ortofotografía a partir de imágenes UAV proporciona representaciones de similar tamaño para elementos del territorio capturados (animales). El

fotomosaico utilizado no deja de ser una aproximación para los estudios que estamos haciendo. Trabajar sobre una Ortofotografía de las imágenes para eliminar ambigüedades y errores derivados de la duplicidad de zonas, ocultaciones, problemas de recubrimiento y huecos.

No hay que olvidar que en el tiempo en el que se lleva a cabo un vuelo UAV (o similar) los animales se pueden desplazar por todo el territorio introduciendo incertidumbre en su estimación.

En un análisis más profundo podrían contrastarse ambas metodologías: detección/conteo de animales clásicos y aplicación de UAV y analizar los pros/contras de ambas metodologías (costes, trabajos de campo, procesamiento de información, rangos de error en estimación de individuos,...). Ambas podrían ser complementarias.

En un ámbito pueden existir diferentes especies animales (fauna salvaje, rebaños...), por lo que es importante conocer el comportamiento y distribución aproximada y potencial para no cometer errores graves de estimación. En el caso de mezcla de especies, podría plantearse el análisis digital de imágenes para diferenciación de especies.

5. BIBLIOGRAFÍA

KISSELL, R.E., TAPPE, P.A. & GREGORY, S.K. 2004. *Assessment of population estimators using aerial thermal infrared Videography data*. Lakeside Farms, Wingmead Farms, Inc. and the Arkansas Game and Fish Commission.

NAUGLE, D.E; JENKS, J.A. & KERNOHAN, B.J, 1996. *Use of thermal infrared sensing to estimate density of white-tailed deer*. Wildlife Society Bulletin, 24 (1), 37-43.

WILDE, R.H. & TROTTER, C.M. 1999. *Detection of Himalayan thar using a thermal infrared camera*. Arkansas Game and Fish Commission.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a ELIMCO SISTEMAS por aportar el vuelo y la información de partida: imágenes y datos del UAV.



Figura 6. Plataforma "E-300 Viewer".