

Experiencias en la adquisición de imágenes para agricultura a empresas de drones españolas

Portero, C. ⁽¹⁾, Salas, P. ⁽¹⁾, Mercadal, M. ⁽¹⁾, Casterad, M. A. ⁽²⁾

⁽¹⁾ SONEA Ingeniería y Medio Ambiente, Parque Tecnológico WALQA. Ctra. Zaragoza N-330 km566, 22197 Cuarte, Huesca, España. info@soneaingenieria.com

⁽²⁾ Unidad de Suelos y Riegos (asociada a EEAD-CSIC), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Avda. Montañana 930, Zaragoza, España. acasterad@aragon.es

Resumen: En los últimos años han proliferado en España operadores comerciales de drones que ofrecen sus servicios en agricultura. El presente estudio muestra diferentes problemas a los que los clientes pueden enfrentarse al utilizar los servicios de estas empresas comerciales emergentes. La experiencia en la contratación de diferentes vuelos en el marco de un proyecto I+D+i ha revelado que las empresas conocen perfectamente las plataformas y todo lo relacionado con el vuelo. Sin embargo, son pocas las que están familiarizadas con la agricultura y la teledetección o su conocimiento es limitado. Aunque algunas de las empresas que ofertan servicios de teledetección en agricultura carecen de los sensores apropiados, prácticamente todas disponen de cámaras RGB y bastantes de multispectrales, siendo escasas las que ofertan térmico. Predominan las empresas que utilizan sistemas y programas cerrados para la planificación del vuelo, captura y procesado de las imágenes, siendo muy complicado disponer de especificaciones sobre los modelos y metodologías concretas que siguen para su obtención o solicitar productos a la carta diferentes a los estándares. Actualmente en España los vuelos comerciales con drones son operativos para adquirir imágenes que permiten la interpretación visual, identificación del estado de los cultivos, zonificación, generación de mapas de vigor, etc. con los que dar soporte y recomendaciones agronómicas basadas en cuantificaciones relativas. Sin embargo, todavía son pocas las empresas que pueden ofrecer productos más especializados con calidad suficiente para su integración en modelos cuantitativos de estimación de variables agronómicas.

Palabras clave: Vehículos aéreos no tripulados, teledetección, agricultura, dron.

Experiences in images acquisition for agriculture to Spanish drone companies

Abstract: *In the last years, the number of commercial drone operators that offer services to the agriculture sector have increased significantly in Spain. The present study shows the different problems that customers can face when using the services of these emergent commercial companies. The flight hiring experience, into a research, development and innovation project, has showed that companies have a good knowledge about platforms and everything related with programming flights. However, few companies are familiarized with agriculture and remote sensing or their knowledge is limited. Although some of these companies lack of appropriate sensors to offer remote sensing services in agriculture, all of them offer RGB cameras, most of them multispectral cameras, and only few companies offering thermal images. Most of the companies use closed systems and programs for flight planning, image capture and processing. Therefore it is difficult to the customer to obtain specifications about the models and specific methodologies used to produce the images and to request on-demand products different from the standard offered by the companies. Currently in Spain, commercial flights with drones are operative to acquire images for visual interpretation, crop status identification, zoning areas, obtain vigor maps, etc. to give support and agronomic recommendations based on relative measurability. However, there are still few companies offering more specialized products with sufficient quality for their integration in quantitative models of agronomical variables estimation.*

Keywords: *Unmanned aerial vehicles, remote sensing, agriculture, drone.*

1. DRONES Y AGRICULTURA

Los drones han irrumpido con fuerza en nuestro mundo. Las empresas que ofertan servicios basados en esta tecnología se han multiplicado en los últimos años encontrando en la agricultura un nicho con gran potencial para su aplicación. (Huang *et al.*, 2013; Shahbazi *et al.*, 2014). En la agricultura de precisión, donde se busca identificar las variaciones en la parcela para realizar un manejo espacial diferencial de la misma, es donde los drones han suscitado gran interés y más se están aplicando (Zhang y Kovacs, 2012, Shahbazi *et al.*,

2014). Las expectativas generadas inicialmente en torno a los drones y su aplicación en agricultura fueron muy altas, si bien posteriormente se pasó a cuestionarse su uso y rentabilidad, generándose cierto sentimiento de decepción. Actualmente se está siendo más realista en cuanto a las expectativas y posibilidades de esta tecnología (Freeman *et al.*, 2015).

En España, muchos operadores comerciales de drones han comenzado a ofrecer sus servicios para aplicaciones agrícolas. La mayoría tienen experiencia en la adquisición de imágenes con cámaras convencionales o

de vídeo para reportajes fotográficos, pero son pocos los experimentados en captura de imágenes para aplicaciones en teledetección. Además, una vez adquiridas las imágenes se requiere experiencia para interpretarlas y tomar decisiones. La mayoría de los operadores carecen de este nivel de conocimiento o de las herramientas necesarias para ello (Freeman *et al.*, 2015).

Tanto para las empresas de servicios, usuarios particulares, así como en investigación, plantearse usar esta tecnología requiere conocer las prestaciones reales que actualmente se están ofreciendo. Por esto, se comparten a continuación experiencias en la contratación de diferentes vuelos a empresas españolas de drones para la adquisición de imágenes en el marco de un proyecto I+D+i desarrollado durante 2015-2016, en el que se persigue desarrollar productos y servicios en agricultura basados en imágenes aéreas. Se muestra algunos de los problemas o deficiencias encontrados, esperando ayuden a avanzar en la integración de esta prometedora tecnología en el agro español.

2. ¿QUÉ TECNOLOGÍA SE ESTÁ UTILIZANDO?

Las empresas de drones, conocedoras de la gran visibilidad que hoy día tienen a través de los nuevos canales de comunicación, ofertan en sus páginas web y redes sociales sus servicios, incluyendo aplicaciones en agricultura, aunque no todas disponen de los conocimientos y medios técnicos necesarios para ello. Una revisión de la información obtenida de la web y entrevistas con diferentes empresas españolas que ofertan vuelos con drones, ha revelado que gran parte de los operadores y empresarios conocen bien los aspectos relacionados con las plataformas y el vuelo, incluso disponen de carnet de piloto. Sin embargo, escasamente están familiarizados con la agricultura y la teledetección o tienen conocimientos limitados. Las empresas más punteras en este sector están incorporando poco a poco especialistas en teledetección y agricultura, ya sea en las propias empresas o trabajando en red con los mismos, para ofrecer servicios competitivos de calidad.

La tecnología que utilizan para la captura de imágenes es muy diversa, resultando difícil estandarizar y comparar precios. En cuanto a plataformas, tanto los multi-rotors como drones de ala fija son muy habituales. Casi todas las empresas disponen de cámaras RGB. Sin embargo, muchas de ellas, se han percatado de que para ser competitivas en agricultura deben dotarse también con sensores especializados como son las cámaras multispectrales o térmicas. Muchas empresas, sobre todo en los inicios de aplicación de drones a agricultura, han optado por crear sus propios sensores y configuraciones multispectrales donde, además de capturar información en la región del visible, incluyen información en la región del infrarrojo, sabedoras de su importancia para aplicaciones agrícolas. Otras, en cambio, han adquirido cámaras ya comercializadas, siendo las más habituales Tetracam Mini-MCA6, Micasense RedEdge, Parrot Sequoia.

En cuanto a los programas para el tratamiento de las imágenes y generación de los mosaicos, Pix4D es el más utilizado por las empresas, si bien es cierto que también está extendido el uso de eMotion, ATLAS, y Photoscan. La aparición en el mercado de equipos o paquetes completos que integran dron, sensores, sistemas de calibración y corrección de luminosidad, programas, etc., han propiciado su adquisición y uso. Estas nuevas tecnologías estandarizadas, con precios cada vez más asequibles, se están imponiendo poco a poco. No es el caso del térmico donde todavía son pocas las empresas que cuentan con estos sensores, debido a su precio y la complejidad técnica requerida para obtener imágenes operativas en agricultura. Flir y el sensor ThermoMAP-SenseFly son algunas de las cámaras térmicas usadas en teledetección aérea.

3. ¿QUÉ PRODUCTOS Y SERVICIOS SE OFERTAN?

Muchas de las empresas que ofertan servicios basados en plataformas aéreas ofrecen productos dirigidos a agricultura de precisión sin detallar en qué consisten y su utilidad. Habitualmente estos servicios se basan en un ortomosaico generado a partir de la tecnología que disponen, ya sea RGB o multispectral que incluye bandas en el infrarrojo próximo e incluso en el RedEdge. También es muy común los ortomosaicos de un índice de verdor, generalmente el NDVI, generados con sensores multispectrales. La solicitud de los productos intermedios, como ortofotos de las bandas por separado, nubes de puntos, fotogramas en bruto, etc. también es posible, y en ocasiones, el ortomosaico en valores de reflectancia. Los nuevos paquetes completos de dron-cámara y programa informático, van encaminados a obtener datos de reflectancia sin ofrecer información sobre la metodología de cálculo, para ofertar productos como mapas de verdor (NDVI) o recomendaciones agronómicas.

En relación a la resolución espacial, se pueden llegar a obtener tamaños de píxel menores de 2 cm en función de la tecnología utilizada. Las cámaras RGB y RGB modificadas son las que mayor resolución espacial permiten alcanzar, mientras que en las multispectrales esta resolución suele estar limitada, siendo su óptimo entre 8-10 cm/píxel. En cuanto a las plataformas, los drones de ala fija presentan una dificultad mayor a la hora de alcanzar precisiones de 2 a 4 cm debido a la velocidad mínima que se requiere para realizar el vuelo. La estabilidad y lentitud necesaria para alcanzar estos tamaños de píxel las proporcionan principalmente los multirrotors, comprometiendo la capacidad de poder cubrir cierta superficie con un único vuelo o incluso en un único día.

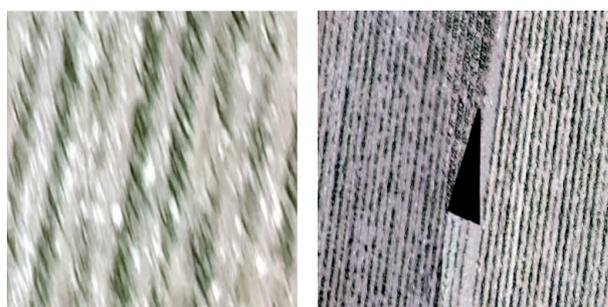
Respecto a la precisión de la georreferenciación con que se suministran los productos, suelen encontrarse precisiones en general suficientes para aplicaciones en agricultura. Existen empresas que ofrecen servicios RTK cuya precisión es centimétrica y que suelen usarse para estudios topográficos.

4. ¿QUÉ DEFICIENCIAS Y LIMITACIONES SE DETECTAN?

A lo largo de la ejecución del proyecto I+D+i mencionado se detectaron deficiencias en la calidad de los productos y servicios contratados, algunas de las cuales se muestran en la Figura 1. Estas deficiencias se debieron a problemas a lo largo de todo el proceso: desde la planificación del vuelo hasta la entrega del producto final. Se describen a continuación las más relevantes.

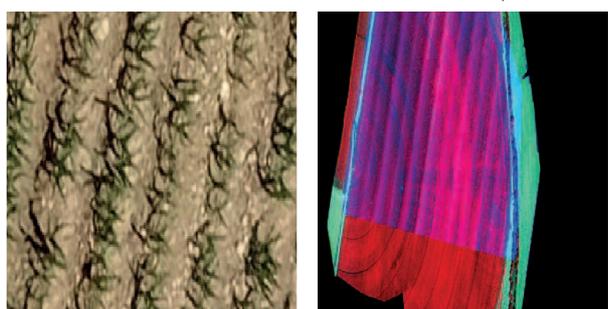
- *Toma de datos:*

Debido a la estacionalidad de los cultivos, la demanda de los servicios de drones se concentra en fechas muy concretas, en las que las empresas reciben varios encargos de vuelo. Este hecho, unido a limitaciones por condiciones meteorológicas adversas (presencia de nubes o viento) supuso que no siempre se consiguiera volar en la fecha más adecuada para cumplir los objetivos perseguidos. También se dieron limitaciones de operación por parte de las empresas al estar la máquina en mantenimiento o reparación. Todo esto, además del perjuicio que supone para el usuario, lleva a una pérdida de oportunidades de vuelo para las empresas.



A. Desenfoques

B. Huecos en la imagen (falta de datos)



C. Imágenes no cenitales

D. Bandeado



E. Distorsiones

F. Falsas formas en la ortofoto

Figura 1. Algunos ejemplos de deficiencias encontradas en las imágenes suministradas por las empresas.

Una buena planificación del vuelo es un paso clave para unos buenos resultados. Debido a planificaciones inadecuadas se suministraron productos con falta de datos consecuencia de solapes insuficientes entre pasadas, e imágenes con un tamaño de píxel mayor al contratado.

Las medidas sobre un panel de referencia para el posterior calibrado radiométrico y conversión a reflectancias tampoco fueron, en ocasiones, las adecuadas. Se realizaron, por ejemplo, capturas con los paneles de calibración colocados sobre superficies altamente reflectoras, como cajas metálicas o techos de coches blancos cuyas propiedades reflectivas, diferentes a las del panel de referencia, afectan a las medidas realizadas sobre él.

- *Procesado de los datos:*

Se detectaron también deficiencias en el procesado de los datos, como por ejemplo productos mal georreferenciados o con problemas de bandeado. Así mismo, se identificaron en vuelos realizados por diferentes empresas incongruencias en los valores de reflectancia de las imágenes suministradas, sin obtener explicación al respecto por parte de la empresa proveedora de datos ni de los fabricantes de los sensores.

Se ha constatado que resulta muy complicado, y en muchos casos, imposible, disponer de especificaciones sobre los modelos y metodologías concretas que siguen las empresas en la obtención de los productos suministrados. Ello impide, tanto a los usuarios como a las empresas, mejorar y progresar cuando se detectan problemas.

Por último, señalar que sería recomendable reforzar el control de calidad de los procesos por parte de las empresas proveedoras de datos con el objetivo de evitar algunas entregas deficientes.

- *Entrega de los productos:*

Los tiempos de entrega de los productos cuestionan su validez para dar respuesta a las necesidades del sector agrícola, más teniendo en cuenta que posteriormente, en la mayor parte de las ocasiones, se requiere de un trabajo de análisis e interpretación de los datos. Esta demora en la entrega es debida en muchos casos al gran volumen de datos a procesar y a la falta de experiencia de las empresas en su procesado.

Se ha observado una carencia en la generación de metadatos que documente adecuadamente cada uno de los productos suministrados.

5. ALGUNAS REFLEXIONES

Las aplicaciones actuales de las imágenes obtenidas a partir de vuelos comerciales de drones pasan por la interpretación visual, identificación del estado del cultivo, zonificaciones y generación de mapas de vigor. Estas aplicaciones permiten al gestor agrícola realizar recomendaciones agronómicas basadas en cuantificaciones relativas. Todavía son pocas las empresas que pueden ofrecer productos más especializados con calidad suficiente para su integración en modelos cuantitativos de estimación de variables agronómicas.

La evolución en la calidad de los productos y servicios observada a lo largo de la duración del proyecto permite ser optimista. La mayor evolución se ha observado en la formación de los operadores de vuelo y técnicos de procesado, que se traduce en un mejor conocimiento de la tecnología, de sus aplicaciones y sus posibilidades.

La estandarización y automatización de los procedimientos para la obtención de imágenes y productos por parte de las empresas que ofrecen los servicios, junto con la adquisición de conocimientos básicos de agricultura y teledetección por parte de los operadores comerciales de drones, son pasos clave para que estos avances tecnológicos resulten prácticos y rentables para el sector agrícola.

Para evitar algunos de los problemas detectados y progresar, se recomienda a las empresas de UAV proveedoras de imágenes apostar por la formación y por la calidad de los servicios. Es clave efectuar una correcta gestión de tiempos (reacción, planificación y entrega) y realizar un exhaustivo control de calidad del producto antes de la entrega final al usuario. Esta calidad se alcanza siendo especialmente cuidadoso en aspectos relacionados con la planificación del vuelo, como por ejemplo la velocidad del vuelo y los solapes entre pasadas. Aspectos como velocidad del viento, nubosidad o condiciones de luminosidad se han de tener bajo control durante la ejecución del mismo.

A los usuarios de las imágenes que proveen estas empresas se les recomienda definir perfectamente las características de las imágenes y productos requeridos, siempre acorde con los objetivos del trabajo para los que se precisan, así como revisar y validar los productos entregados por las empresas proveedoras antes de su utilización.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de actividades desarrolladas en el proyecto INNOVA-A1-077/15.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Freeman, P.K., Freeland, R.S. 2015. Agricultural UAVs in the U.S.: potential, policy, and hype. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2, 35-43.
- Huang, Y., Thomson, S.J., Hoffmann, W.C., Lan, Y., Fritz, B.K. 2013. Development and prospect of unmanned aerial vehicle technologies for agricultural production management. *Int. J. Agric. & Biol. Eng.* 6(3), 1-10.
- Shahbazi, M., Théau, J., Menard, P. 2014. Recent applications of unmanned aerial imagery in natural resource management. *GIScience & Remote Sensing*, 51(4): 339-365.
- Zhang, Ch., Kovacs, J.M. 2012. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision Agric.*, 13, 693-712.