

APLICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VANT) A LA AGRICULTURA, UNA HERRAMIENTA PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS GEOESPACIALES.

AUTORES: *MSc. Dayamit Ojeda Martínez, Lic. Alexis Fernández Sarabia*

INSTITUCIÓN: *Agencia de Teledetección, GEOCUBA IC*

CIUDAD: *LA HABANA*

PAÍS: *CUBA*

TELÉFONO: *(+537) 8 83 77 80*

CORRE ELECTRÓNICO: dayamit@uct.geocuba.cu, alexis@uct.geocuba.cu

PALABRAS CLAVES

Agricultura, VANT, procesamiento de imágenes, ortofotos, monitoreo de cultivos

INTRODUCCIÓN

El desarrollo reciente en el campo de la teledetección desde plataformas aéreas se enfoca en el empleo de los de los vehículos aéreos no tripulados (VANT), identificados por sus siglas en idioma inglés como UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*) [1, 2]. La popularidad de los VANT para una multitud de aplicaciones va en aumento en muchos países. A raíz de estos acontecimientos, los VANT también se está convirtiendo rápidamente en una herramienta para el monitoreo de cultivos y la gestión agrícola, que es esencial para la seguridad alimentaria [3].

El monitoreo de las condiciones de cultivos se puede llevar a un alto nivel de detalle en correspondencia con dato disponible para el estudio. Para el caso de análisis ejecutados a nivel municipal puede emplearse imágenes de mediana resolución como son el caso de las LANDSAT 1-8, las SPOT 1-4, o las IRS1-C y 1D. Para más nivel de detalles donde se puedan distinguir parcelas menores de 30 m por 30 m se pueden emplear las imágenes de alta resolución como son IKONOS, Orbview, QuickBird, SPOT 5 [4]. No obstante, la tecnología VANT comparada con la tecnología satelital tiene cuatro ventajas fundamentales: es relativamente de bajo costo, posee flexibilidad en la frecuencia y en el momento de la adquisición de los datos y tiene la capacidad de

grabar finos detalles espaciales que no son posible obtener con las tecnologías satelitales actuales [5]. La cuarta ventaja sobre la teledetección por satélites lo constituye su capacidad de operar a baja altura lo que evita la presencia de nubes en las imágenes. Las nubes son un elemento abundante, especialmente en las latitudes medias y en los trópicos, según la época del año y el lugar la cobertura nubosa puede llegar a ocupar el 80% de una imagen satelital. Los VANT ofrecen una solución innovadora viable al problema de la cubierta de nubes [6].

El presente trabajo describe un experimento llevado a cabo en el municipio Güira de Melena, donde la principal actividad económica es la agricultura, con una producción anual de tubérculos (papa, boniato y yuca) de más de 50000 T [7]. Sin embargo, el rendimiento agrícola de algunos de los cultivos es inferior en comparación al rendimiento agrícola de los mismos cultivos en países de la región del Caribe [8]. Históricamente, los agricultores cubanos recorren sus tierras para chequear las áreas que necesitan más fertilizante o agua, para comprobar la salud de las plantaciones y para planificar la rotación de cultivos y de los suelos. Esta actividad se lleva a cabo *in situ*, con una frecuencia prácticamente diaria, lo cual se torna complejo cuando es necesario reconocer grandes extensiones de tierra.

La Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica se han mostrado como una fuente valiosa para la gestión agrícola. Permitiendo relacionar información de orígenes diversos, aumentar el conocimiento sobre el comportamiento del cultivo, y ver la evolución temporal de diferentes variables de interés relacionadas con el desarrollo de las plantaciones [9]. GEOCUBA ha comenzado a probar la tecnología VANT orientada a la agricultura con éxito, en cooperación con la firma rusa Uniintex-Ginus.

OBJETIVOS

El interés actual en producción agrícola reafirma la sostenibilidad alimentaria como una prioridad en Cuba, promoviendo el desarrollo de la agricultura sostenible en armonía con el medio ambiente [10]. Por lo que el objetivo general del experimento consistió en crear un espaciomapa con un alto grado de detalle, mediante el VANT denominado Delta-Foto, que permita a los agricultores y a las autoridades locales hacer análisis

sobre la producción de alimentos y formular decisiones en el dominio espacial para para optimizar los trabajos agrícolas y preservar el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los software que utilizan los VANT para hacer levantamientos del terreno y posteriormente los estudios con representaciones cartográficas necesitan estar programados bajo los principios básicos de los tradicionales levantamientos aerofotográficos.

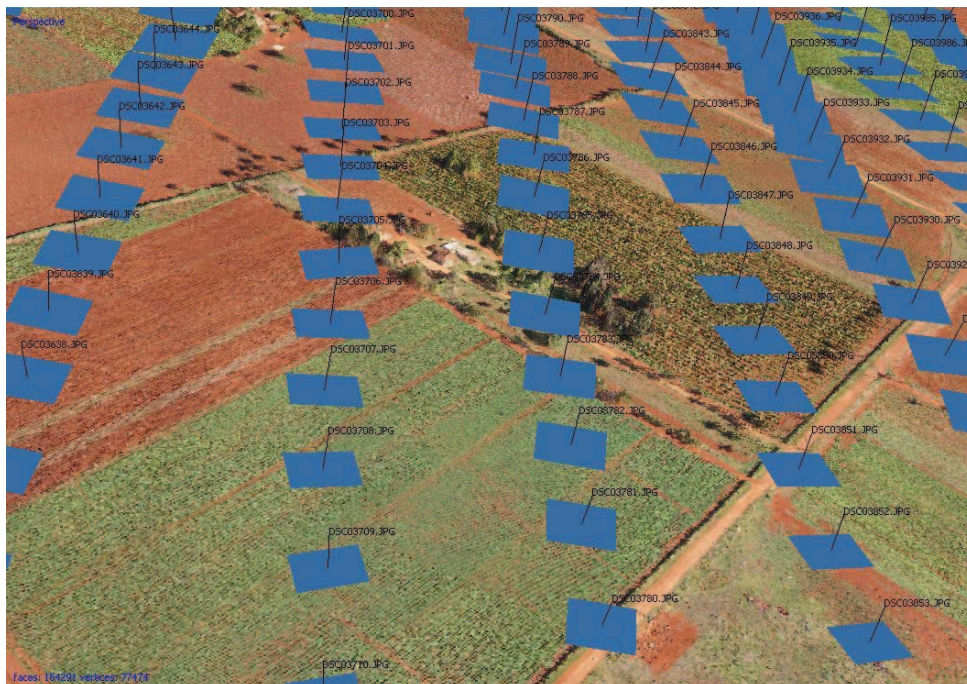


Figura 1. Distribución de las fotografías a lo largo de la línea de vuelo. (Los cuadros azules representan cada una de las fotografía, la barra en negro representa su centro y están etiquetadas con su nombre)

El paso de avance con respecto a ellos radica en que los levantamientos cartográficos con VANT se llevan a cabo por un vehículo ligero, que no necesita de una tripulación a bordo, y que comprenden típicamente los siguientes componentes: aviones no tripulados (de ala fija o giratoria) con piloto automático, GPS, una unidad de medición inercial (IMU) a bordo, una planificación de la misión y el software de la estación de control en tierra con enlace de radio, una o varias cámara y, opcionalmente, un sistema de control de lanzamiento y de aterrizaje. Toda esta tecnología le permite grabar lo que

acontece durante el vuelo en su piloto automático. Finalmente estos datos gravados permiten hacer de un grupo de fotografía no métrica un mosaico georreferenciado. Todo lo cual ha proporcionado que la cartografía mediante los VANT sea ampliamente aceptada como un nuevo método para la adquisición de datos espaciales en formato imagen [2, 11, 12, 13, 14, 15].

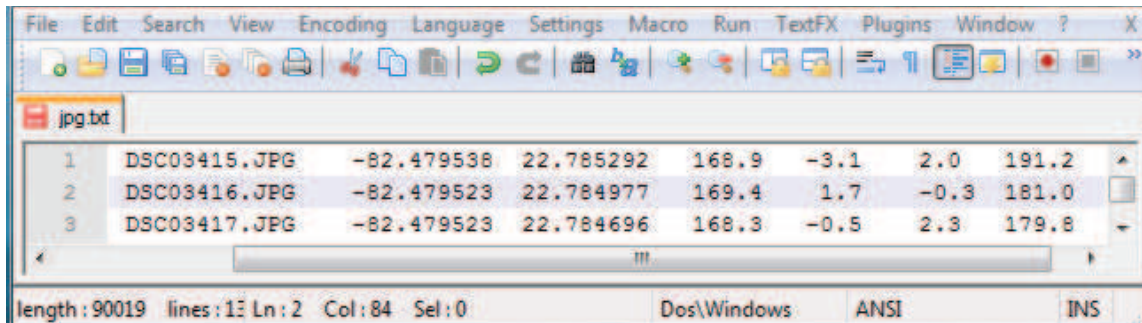
El sistema utilizado durante el experimento realizado en Güira de Melena fue manufacturado por la firma rusa AeroKartaKompleks, se conoce como modelo Delta-Foto y está compuesto por dos subsistemas principales:

- Subsistema de levantamiento aéreo: integrado por la aeronave, la Estación de Control en Tierra y los GPS diferenciales (DGPS).
- Subsistema de procesamiento de imágenes: compuesto por una computadora de escritorio y el software de procesamiento de imágenes.

El peso total de la aeronave es de 5 kg, y la duración del vuelo experimental fue de 16 minutos, sin embargo la aeronave tiene una autonomía de 1.20 horas. La velocidad del vuelo fue de 70 kilómetros por hora, volando a baja altitud (100 m) para mantener una resolución espacial de 4,8 cm. El tipo de cámara digital no métrica de distancia focal fija y de 16 megapíxeles utilizada fue: SONY NEX-5N. Las imágenes fueron tomadas de forma automática a una velocidad de una imagen por cada dos segundo, el número de imágenes totales fue de 1192 cubriendo 3,3 kilómetro cuadrado. Nueve puntos de control terrestre se midieron por GPS RS-20 con una precisión de 1 mm.

El Sistema Delta-Foto utiliza el software PhotoScanPro para procesamiento de imágenes. El PhotoScanPro está altamente automatizado, es una solución basado en el modelado 3D de imágenes, dando la posibilidad de obtener tres productos: un modelo 3D, un ortofotos y un modelo digital de elevación. Antes de comenzar el procesamiento de las imágenes, los datos de vuelo relacionadas con el momento de la captura se sincroniza con la información de la imagen para generar un fichero de texto. El fichero generado contiene el nombre de cada imagen con su coordenada centro como se aprecia gráficamente en la Figura 2, además contiene los datos de la altitud, y el valor de los tres ángulos en el que se desplazó el avión durante el momento de la toma. El fichero es la base para la orientación exterior de las fotografías. Aun cuando la

resolución espacial se mantuvo en 4,8 cm, el ortofoto final se generó a 10 cm de resolución espacial.



	File Name	Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6
1	DSC03415.JPG	-82.479538	22.785292	168.9	-3.1	2.0	191.2
2	DSC03416.JPG	-82.479523	22.784977	169.4	1.7	-0.3	181.0
3	DSC03417.JPG	-82.479523	22.784696	168.3	-0.5	2.3	179.8

Figura 2. Fichero de texto generado a partir de la sincronización de los datos de la cámara digital y los datos colectados por la aeronave sobre sus desplazamientos durante el momento de la toma fotográfica.

RESULTADOS

Las imágenes pueden ayudar a la hora de explicar los patrones. La Figura 3 muestra el ortofoto generado a partir de las 1192 imágenes capturadas durante el levantamiento aéreo. El ortofoto generado a 10 cm de resolución nos permite obtener detalles sobre las plantaciones y discriminar aspectos que se tornaban difíciles a partir de las imágenes satelitales de alta resolución, teniendo en cuenta que la mayor resolución espacial de una imagen comercial es 50 cm y una planta de los cultivos varios puede ser menores que dicha resolución.

Para una primera etapa en el monitoreo de cultivos se puede interpretar a primera vista la diferencia de color y la forma en la misma clase de cultivo desde una ampliación de una parte de la zona de riego por pivote a partir del ortofoto generado. El verde claro nos muestra cultivos más saludables que otros en la misma plantación. La causa podría ser una acumulación de agua debido a las irregularidades del terreno o por la distribución heterogénea de fertilizantes. Cuando se comparan los cultivos en el dominio espacial es posible evaluar el grado de preparación de la tierra y alertar a los agricultores para comprobar un sitio específico.

El siguiente paso de la investigación de las aplicaciones de los VANT en la agricultura lo constituye el llevar a cabo otros dos vuelos sobre la misma área con el fin de evaluar

toda la evolución de los cultivos y los rendimientos estimados, lo cual permite un análisis más completo sobre el ciclo de desarrollo del cultivo bajo estudio.

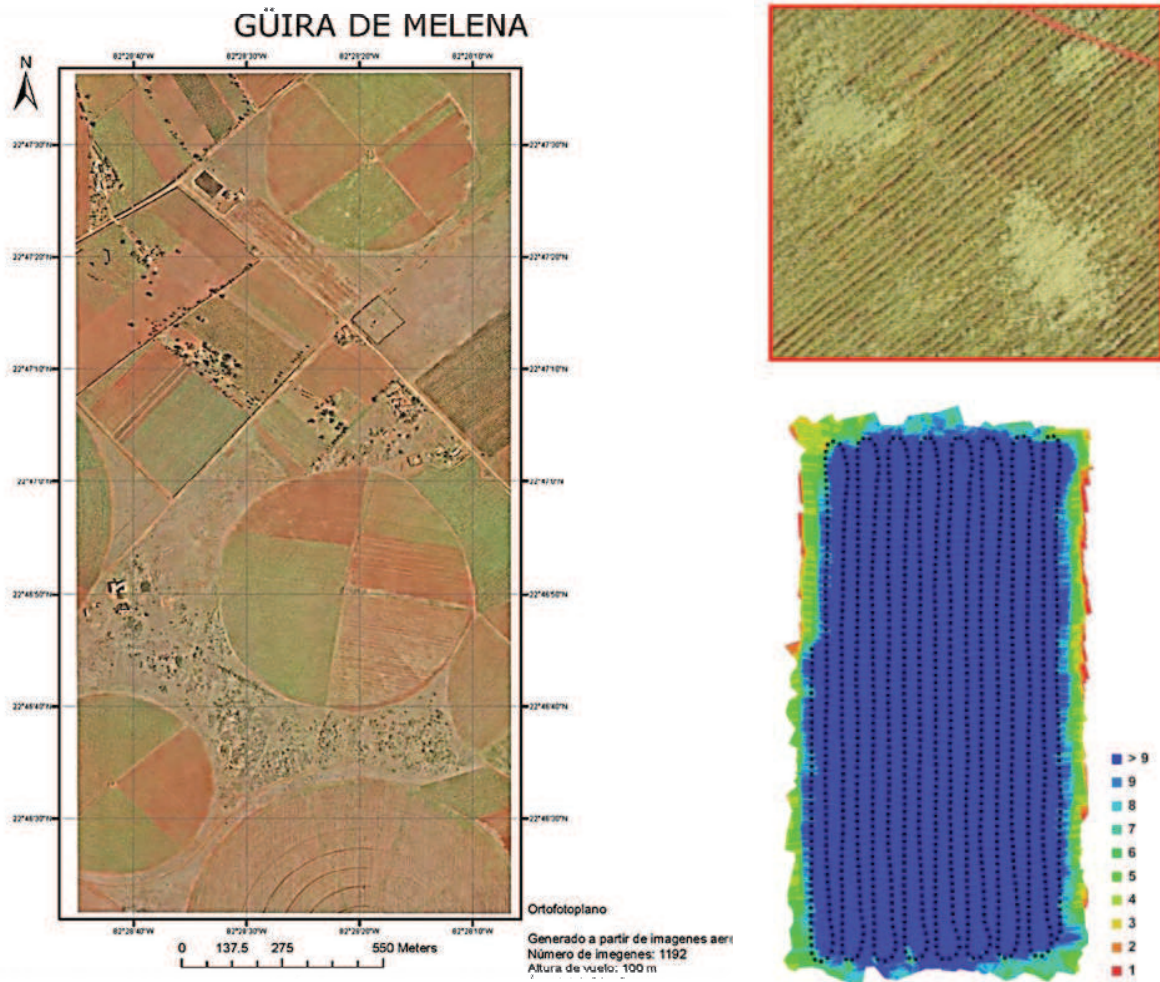


Figura 3, Ortofoto generado (a la izquierda). Ampliación de una parte del área de riego (en la esquina superior derecha). Distribución de la fotografía en el área de vuelo y representación de las áreas de solape (en esquina inferior de la derecha)

CONCLUSIONES

La tecnología VANT está limitada al cartografiado de pequeñas áreas geográficas en dependencia de su autonomía de vuelo. Además, la calidad de los resultados finales del procesamiento y construcción de los ortofotos depende en gran medida de los recursos informáticos disponibles. No obstante, ofrece una gran flexibilidad para obtener datos de campo de forma rápida, con suficiente resolución espacial, libre de nubes y se

pueden considerar como una adquisición relativamente de bajo costo. Comparado con los levantamientos aéreos tradicionales los levantamientos con los VANT son más flexibles, y menos dependientes de las condiciones ambientales. Los agricultores necesitan utilizar la información espacial como herramienta de trabajo para la evaluación, planificación, gestión y seguimiento de los recursos agrícolas para lo cual, las imágenes para las aplicaciones agrícolas deben ser captadas con una frecuencia temporal alta en dependencia de la duración del ciclo del cultivo bajo observación lo cual es más rápido y económico mediante el uso de los VANT.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bakker WH, Grabmaier KA, Huurneman GC, Prakash A, Tempfli K, Gieske ASM, et al. Principles of Remote Sensing. An introductory textbook. ITC, editor. Enschede, The Netherlands: The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation; 2004. 540 p.
2. Bellavita D, Ceccaroni F, Mazzitelli A. Mapping a Landslide Using UAS. A new low-altitude survey technology. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2013;27(2):27-9.
3. Cobo V. La agricultura de los 'drones', la revolución que viene. EL PAÍS. 2013.
4. Aronoff S. Remote sensing applications. Remote Sensing for GIS Managers. United States of America: ESRI Press; 2005.
5. Yan L, Gou Z, Duan Y. A UAV Remote Sensing System: Design and Tests. In: Li D, Shan J, Gong J, editors. Geospatial Technology for Earth Observation: Springer US; 2009. p. 27-44.
6. Van der Wal T, Abma B, A. V, Prévinaire E, Zarco-Tejada PJ, Serruys P, et al. Fieldcopter: unmanned aerial systems for crop monitoring services. In: Stafford JV, editor. Precision agriculture '13. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2013.
7. ONEI. Producción agrícola por cultivos seleccionados de la agricultura no cañera (del año 2006 al 2011). República de Cuba: Oficina Nacional de Estadísticas e Información, 2013.

8. Centella A, LLanes J, Paz L. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Habana: Instituto de Meteorología (INSMET) y Grupo Nacional de Cambio Climático; 2001 Octubre 2001.
9. Casterad Seral M, López Lozano R, Acevedo Gómez A. Uso de técnicas SIG y teledetección en el seguimiento del cultivo de viña Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. 2008.
10. PCC. Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. La Habana: VI Congreso del Partido Comunista de Cuba; 2011. p. 41.
11. Wich S, Pin Koh L. Conservation Drones. The use of Unmanned Aerial Vehicles by ecologists. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2012;26(11):29-33.
12. Sippo M. Experiences in UAS photogrammetry. Quality matters. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2013;27(1):18-21.
13. Van Hinsbergh WHM, Rijdsdijk MJ, Witteveen W. UASs for Cadastral Applications. Testing suitability for boundary identification in urban areas. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2013;27(3):21-5.
14. Op 't Eyndt T, Volkmann W. UAS as a Tool for Surveyors. From tripods and trucks to virtual surveying. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2013;27(4):20-5.
15. Plutecki W, Zmarz A, Sanko I. A Truly Photogrammetric UAV. Avisystem/Taxus si. GIM International The global magazine for GEOMATICS. 2013;27(4):39-41.