Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Departamento de Producción Forestal

Planeación de vuelo de un vehículo aéreo no tripulado (VANT) aplicado a un inventario forestal

Gustavo Eduardo Flores Tomas[1], Raymundo Villavicencio Garcia[1], Rosaura Avila Coria[2], Miguel Ángel Macias Rodríguez[2], Shalisko Viacheslav[2]

[1]. Departamento de Producción Forestal, [2]. Departamento de Ciencias Ambientales. email.gustavoftomas@alumnos.udg.mx

INTRODUCCIÓN

En México se cuantifican 137.8 millones de hectáreas forestales, lo que representa el 70.5% del territorio nacional (CONABIO, 2021). Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), también conocidos como drones, han emergido en el ámbito forestal, experimentando un crecimiento exponencial en su aplicación. Por ende, el desarrollo de investigaciones utilizando estos dispositivos se presenta como una oportunidad para ampliar sus aplicaciones en diversas vertientes de la investigación forestal (Gallardo-Salazar *et al.,* 2021).

OBJETIVO

Planificar y realizar 15 vuelos mediante el VANT sobre una red sistemática de sitios circulares de muestreo preestablecida, cada cobertura de vuelo abarcará dos hectáreas considerando como punto central la ubicación de cada sitio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el área natural protegida Sierra de Quila, ubicada en el occidente de México. Como materiales se utilizaron: un dron marca DJI Mavic 2 Air Pro, un GPS Garmin eTrex 3 30, un Motorola Edge 20 y un GPS de precisión eSurvey 200 (Imagen 1). Para la planeación de los vuelos se utilizó el software en línea *Dronelink* (Imagen 2), el cual permite la construcción de vuelos automatizados, se establecieron características generales del vuelo: 60 metros de altura de vuelo, traslapes entre fotografías laterales y frontales del 80 y 70% y; un tiempo de toma por cada dos segundos. Se reconoció cada sitio de despegue, por lo que, una vez planificados las rutas de vuelo, la información obtenida fue analizada en el Sistema de Información Geográfica (QGIS 3.28) (Imagen 3), donde se realizaron evaluaciones altitudinales con el modelo Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 resolución 15 m (INEGI, 2013) e identificación de claros del bosque con Google Earth Pro (Imagen 4).

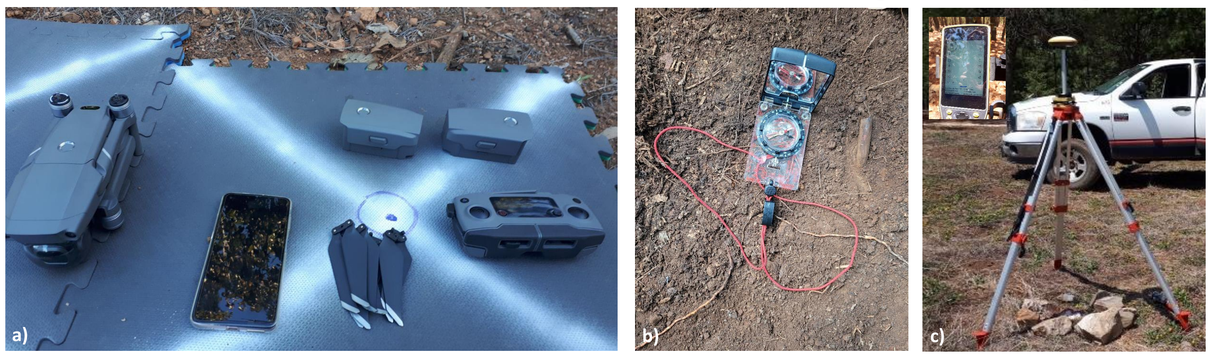

Imagen 1. a) Dron DJI Mavic 2 Pro e implementos; b) Centro de sitio de muestreo forestal; c) GPS de precisión eSurvey 200; base y rover.

Imagen 2. Software en línea Dronelink y planeación individual de vuelos; ejemplo Sitio 50.

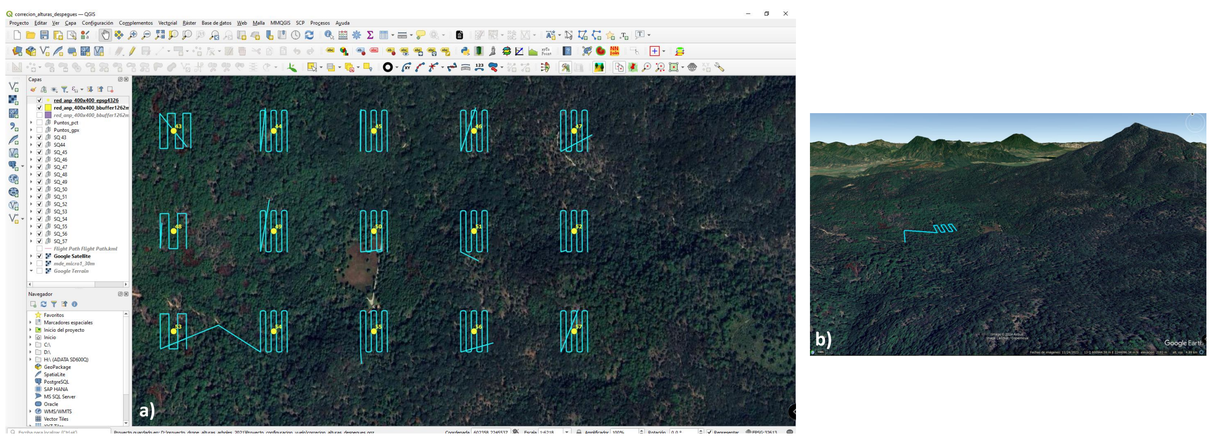

Imagen 3. a) Implementación de los vuelos en un Sistema de Información Geográfica (SIG); software QGIS v. 3.28; b) Perspectiva ·3D del Sitio 54.

Imagen 4. a) Localización de punto de despegue; b) Instalación del dron; c) Selección de plan del vuelo y verificación del control de vuelo.

RESULTADOS

La planificación del vuelo se modificó en nueve de los 15 vuelos de los sitios de muestreo (Imagen 5), es decir, la altura de vuelo original se modificó a 90 m, esto es debido a que durante el proceso fotogramétrico se dificultó la orientación de fotografías suficientes para la conformación de ortomosaico. El estudio de Krause *et al.*, (2019) efectuaron una planificación de vuelo para una superficie de 0.24 ha de una parcela de monocultivos de pinos con una altura de vuelo de 75, mientras que Gan *et al.,* (2023), planificaron un vuelo para una superficie de 1.5 ha de una parcela de bosque caducifolio con una altura de vuelo de 60 m. Nezami *et al.,* (2020) implementaron tres vuelos en regiones distintas, donde no se describe su dimensión, utilizando alturas de vuelos de 83 a 94 m

La altura de vuelo del presente estudio se encuentra en el rango de las alturas mencionadas en dichas investigaciones (Imagen 6). Otro estudio realizado por Seifer *et al.*, (201) determinaron que los vuelos de 15 a 30 m de altura a partir de la copa con una combinación de traslapes al 99% entre las líneas de vuelo permite la obtención de ortomosaicos más precisos (Imagen 7).

Imagen 5. a) Localización cartográfica de puntos de despegue, sitios de muestreo y trayectoria de vuelos.

Imagen 6. a y b) Inicio de vuelo del dron; c) Calibración de cámara y control de vuelo.

a)

Sitio	Superficie de vuelo (ha)	Altura de vuelo (m)	Velocidad del vuelo (km/h)	Traslape frontal (%)	Traslape lateral (%)
43	2	90*	16.1	80	70
44		90*			
45		90*			
46		60			
47		60			
48		90*			
49		60			
50		90*			
51		90*			
52		90*			
53		90*			
54		60			
55		60			
56		60			
57		90*			

b)

Sitio	Hora	ISO	Apertura del diagrama	Velocidad de obturación	Condición de nubosidad
43	12:12	1 600	8	1 600	Despejado
44	16:51	400	4	1/1 600	Despejado
45	16:23	100	2.8	1/1 600	Despejado
46	14:12	400	2.8	3 200	Despejado
47	13:13	400	3.5	4 000	Despejado
48	13:27	200	3.5	1/1 250	Despejado
49	11:26	1 600	5.6	3 200	Despejado
50	13:34	100	2.8	1/2 000	Despejado
51	10:50	200	4	1/1 000	
52	11:21	100	2.8	1/1 600	Despejado
53	17:21	400	4	1/1 000	Despejado
54	11:35	3 200	8	1 000/1 600	Nublado/despejado
55	13:52	1 600	3.2	6 400	Despejado
56	11:05	6 400	5	8 000	Despejado
57	10:21	2 800	7.1	8 000	Despejado

Imagen 7. a) Planes de vuelo; b) Parámetros de configuración de la cámara.

CONCLUSIONES

1. Durante la etapa de ejecución de vuelos, fue necesario modificar el plan originar y repetir el vuelo del dron en más de la mitad de los sitios de muestreo, debido a que la homogeneidad del paisaje dificultaba la orientación necesaria de fotografías.
2. Debido a la irregularidad vertical que presenta de manera natural el bosque; en las fotografías aéreas los árboles dominantes y codominantes llegaron a cubrir con su dosel de copa a otros árboles de estratos inferiores, lo que imposibilita definir y obtener el reconocimiento de las especies y por ende sus variables dasométricas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara por el apoyo financiero del proyecto P3E2021-2023 "*Monitoreo forestal mediante imágenes de percepción remota de un vehículo aéreo no tripulado (VANT)*", desarrollado por el cuerpo académico "Geobotánica y Gestión para el Manejo de Recursos Naturales (UDG-CA-774). A Rafael Sevilla de la comunidad de Lagunillas, municipio de San Martín Hidalgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONABIO. (2021) Geoportal del Sistema Nacional sobre la Biodiversidad (SNIB). En línea. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/. Fecha de consulta. 01/05/2023.
2. Gallardo-Salazar, J.L. Pompa-García, M. Aguirre-Salado. C. López-Serrano, A. y Meléndez-Soto, A. (2021). Drones: tecnología con futuro promisorio en la gestión forestal. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 11 (61).
3. Gan, Y. Wang, Q. y Lío, A. (2023). A tree Crown detection and delineation in a temperate deciduous forest from UAV RGB imagery using deep learning resolution and species characteristics. Remote Sensing. 15 (778).
4. INEGI. (2013). Continúo de elevaciones mexicano 3.0. Resolución 15 m. En línea. https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/ Fecha de consulta. 01/06/2023.
5. Krause, S. Sanders, T.G.M. Mund, J-P. Greve, K. (2019). UAV-Based Photogrammetric Tree Height Measurement for Intensive Forest Monitoring. Remote Sensing. 11, 758: 1-18.
6. Seifert, E. Seifer, S.Vogt, H, Drew, D. Van Aardt, J. Kunneke A y Seifert, T. (2019). Influence of dron altitude, image overlap, and optical sensor resolution on multi-view reconstruction of forest images. Remote sensing. 11 (1252).