

# Drones aplicadores como alternativa más sostenible al tratamiento convencional

La reducción de la deriva es el primer paso para entender la sostenibilidad de estos tratamientos

Los drones aplicadores, o servicios de aplicación aérea no tripulados, UASS por sus siglas en inglés, están ganando popularidad en el sector agrícola debido a su versatilidad y flexibilidad. En algunos casos específicos, estos equipos de aplicación han demostrado ser una alternativa real a los sistemas convencionales de aplicación de fitosanitarios (Sánchez-Fernández *et al.*, 2023). Esto se debe, entre otros motivos, a que sus costes son comparables a los de los tratamientos terrestres convencionales, los cuales requieren además dos elementos –el tractor y el apero– y un manejo adecuado (Martínez-Guanter *et al.*, 2020). Las ventajas de los UASS se manifiestan especialmente a la hora de afrontar tratamientos a ultra bajo volumen en zonas que, por su orografía o las condiciones de humedad en el suelo, impiden el acceso de equipos de aplicación convencionales (Sarri *et al.*, 2019). En muchos casos los agricultores recurren a ellos como única alternativa cuando el tratamiento por medios terrestres no es posible. Sin embargo, no debemos olvidar que los tratamientos realizados con UASS se consideran tratamientos aéreos según la normativa europea vigente, y por tanto están prohibidos salvo excepciones en todo el territorio europeo.

Recientemente se han producido movimientos dentro de la Agencia Estatal

**Luis Sánchez-Fernández, María Barrera y Manuel Pérez-Ruiz.**

Dpto. Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluido, Universidad de Sevilla.

El estudio comparativo de la deriva entre los medios de aplicación convencionales y los drones aplicadores es vital para establecer las posibles ventajas o inconvenientes ambientales de estos últimos. Durante el año 2022 y 2023, el grupo de investigación Smart Biosystems Laboratory perteneciente a la Universidad de Sevilla, llevó a cabo unos primeros estudios de deriva en olivar en seto superintensivo. En este artículo se muestran algunos de los resultados.



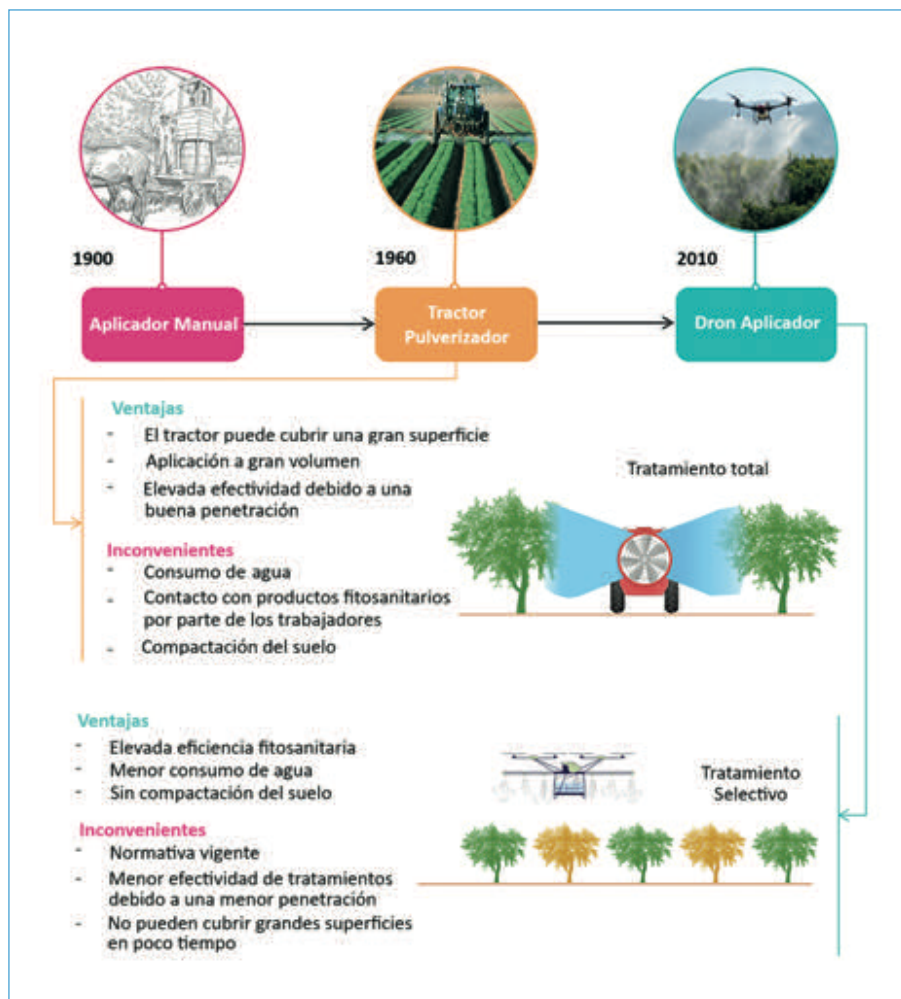
de Seguridad Aérea (AESA) que se han manifestado con la publicación de una evaluación de riesgos predefinida (PDRA) que contempla el uso de drones aplicadores bajo ciertos escenarios. Parte de las razones por las que Europa, y por ende la legislación española, están siendo tan cautos a la hora de autorizar este tipo de operaciones radica en la falta de conocimiento científico sobre los riesgos ambientales, los riesgos derivados de la exposición al operador y la eficacia de la aplicación de fitosanitarios mediante drones. Según nuestro conocimiento, dos proyectos a nivel nacional –GO Phytodron: Validación y Seguridad de las Aplicaciones Aéreas con Drones en el Entorno Agroforestal (ya finalizado) y GO SafeDron: Aplicación de Producto Fitosanitarios con Drones como Herramienta para Disminuir la Exposición (en curso)– están proporcionando datos e información relevantes para poder regular este tipo de aplicaciones (figura 1).

### Papel de los drones aplicadores en la agricultura del futuro

En otras partes del mundo como Asia, África y América Latina, cuyas normativas en cuanto a estos sistemas aplicadores son menos restrictivas o inexistentes, el uso de esta tecnología está generalizado. A pesar de los recientes avances normativos en cuanto al uso de drones aplicadores en España, lo cierto es que en este caso concreto la normativa va muy por detrás del avance tecnológico y frena la adopción de esta tecnología por parte del sector agrícola. La normativa europea, que prima la sostenibilidad, requiere pruebas fehacientes de las bondades de esta tecnología y la elaboración de escenarios de uso antes de autorizar el uso de estos sistemas de aplicación.

Durante los últimos años la tendencia en la normativa agrícola europea ha fomentado una fuerte reducción en el uso de fitosanitarios. El contexto mundial en el

**FIG. 1** Hacia la aplicación con drones en los escenarios en que esto sea posible.



que nos encontramos, en el que se espera un aumento de población considerable en un contexto de cambio climático y desarrollo económico, obliga a los sistemas agrícolas europeos no sólo a mantener, sino a aumentar su producción aportando la mitad de los fitosanitarios actuales (Masson-Delmotte *et al.*, 2019; United Nations, 2022). Lo cierto es que los drones aplicadores, utilizados adecuadamente y bajo escenarios específicos, cuentan con el potencial de realizar una aplicación localizada que permita reducir el uso de fitosanitarios, contribuyendo así a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas europeos. Para definir hasta qué punto y en

qué escenarios la introducción de esta tecnología puede contribuir a la sostenibilidad, es necesario profundizar en el conocimiento científico realizando ensayos en condiciones reales de cultivo.

### Estudio de la deriva con drones aplicadores

El estudio comparativo de la deriva entre los medios de aplicación convencionales y los drones aplicadores es vital para establecer las posibles ventajas o inconvenientes ambientales de estos últimos. En el contexto de las aplicaciones de fitosanitarios, la deriva se refiere al desplazamiento

involuntario de pequeñas gotas o partículas del producto pulverizado que, en lugar de depositarse en el área objetivo, son transportadas por el viento u otros factores ambientales a zonas no deseadas. Esto puede resultar en una menor eficacia del tratamiento sobre el cultivo y en la exposición de áreas colindantes, personas, flora y fauna a productos químicos que pueden ser potencialmente dañinos. Reducir la deriva es clave para mejorar la precisión en la aplicación de fitosanitarios, aumentar la eficacia de los tratamientos y favorecer la sostenibilidad.

La evaluación de la deriva se lleva a cabo siguiendo normas establecidas a nivel internacional (ISO 22522 e ISO 22866) y tienen en cuenta parámetros como la orografía, la altura y distribución del cultivo y condiciones meteorológicas. El objetivo final de un ensayo de deriva es obtener unas curvas que la caractericen, es decir, obtener unas ecuaciones que nos permitan modelizar su comportamiento, con el objetivo final de determinar qué porcentaje del total aplicado se deposita a cada distancia de la zona de aplicación. Esta información es vital para evaluar el riesgo ambiental de las aplicaciones de fitosanitarios y permiten establecer zonas o bandas de seguridad alrededor de las zonas aplicadas.

Durante el año 2022 y 2023, el grupo de investigación Smart Biosystems Laboratory (<http://smartbiosystemlab.com/>), perteneciente a la Universidad de Sevilla, llevó a cabo unos primeros estudios de deriva en olivar en seto superintensivo con el objetivo de caracterizar y comparar la deriva generada por los drones aplicadores y los pulverizadores hidroneumáticos (atomizador) terrestres convencionales que típicamente se usan para la aplicación de fitosanitarios en este tipo de cultivos. El equipo terrestre utilizado fue un atomizador (Zebra Axial 600, Hardi International) suspendido a un tractor Claas Elios 240 de 73 kW (foto 1).



Foto 1. Pulverizador convencional típico de las aplicaciones de fitosanitarios en cultivos leñosos.



Foto 2. Prototipo de dron aplicador desarrollado por la Universidad de Sevilla y la multinacional Corteva Agriscience.

El dron aplicador utilizado fue un prototipo hexacóptero desarrollado por la Universidad de Sevilla y la empresa Corteva Agriscience. Se incorporó en la estructura del UAV un sistema de pulverización, que consta de un tanque de 16 litros, 4 boquillas de pulverización anti-goteo y una bomba eléctrica de 50 V. El peso máximo al despegue (M<sub>tow</sub>) era de 25 kg, y la distribución de su carga útil variaba dependiendo de la batería, el líquido a aplicar y los sistemas incorporados en su estructura. El sistema de pulverización tiene un motor eléctrico junto con un

controlador de velocidad que acciona la bomba hidráulica. Este motor recibe una señal de Modulación por Ancho de Pulso (PWM) del controlador de vuelo, que no solo activa o desactiva el motor, sino que también establece la velocidad de rotación y, por lo tanto, el caudal a aplicar. Para poder asignar un valor PWM a un caudal, fue necesario llevar a cabo una prueba de campo en la que se utilizaron tubos de ensayo calibrados y homologados junto con un cronómetro para obtener el caudal a diferentes velocidades del motor (foto 2).



## Drones aplicadores en la agricultura de precisión

Los resultados obtenidos sugieren que los drones aplicadores generan significativamente menos deriva que los atomizadores comúnmente utilizados en cultivos leñosos (foto 3). Las curvas de deriva muestran que los drones aplicadores no generan deriva detectable más allá de los 7,5 m; en contraposición, el equipo terrestre generó deriva detectable hasta los 20 m (figura 2).

Estos resultados pueden explicarse gracias a las diferencias características entre los equipos de pulverización. Por una parte, el atomizador convencional pulveriza de forma transversal, propiciando que una parte considerable del producto atraviese el seto en forma de deriva. Por otra, el dron aplicador, al aplicar vertical-



*Las curvas de deriva muestran que los drones aplicadores no generan deriva detectable más allá de los 7,5 m; en contraposición, el equipo terrestre generó una deriva detectable hasta los 20 m*

mente y con el flujo de aire de los rotores impulsando el producto fitosanitario hacia el seto, favorece que la pulverización quede contenida dentro del área del seto. El ancho de trabajo contenido del dron, de

2,25 m en el caso del dron aplicador utilizado, hace que su uso en cultivos leñosos superintensivos sea idóneo, ya que se adecúa al ancho del seto.

A pesar de estos resultados que favorecen al dron aplicador en este escenario específico, debemos tener en cuenta algunos factores que implican el uso del dron como complemento al tractor, y que en ningún caso va a sustituir la totalidad de las aplicaciones de fitosanitarios. En primer lugar, los drones aplicadores cuentan con tanques contenidos que típicamente rondan los 10 – 30 l, lo que limita sus operaciones a aplicaciones localizadas a ultra bajo volumen. El reciente cambio normativo apunta a la autorización de equipos de mayor capacidad, pero en todo caso la carga de pago sería insuficiente para realizar tratamientos de cobertura total que mojen todo el árbol. Por otra parte, la



# OLEOMAQ Oleotec

11 – 13 FEB / 2025

Zaragoza  
España / Spain

9 Salón Internacional de maquinaria, técnicas y equipos para almazaras, envasado y para la olivicultura

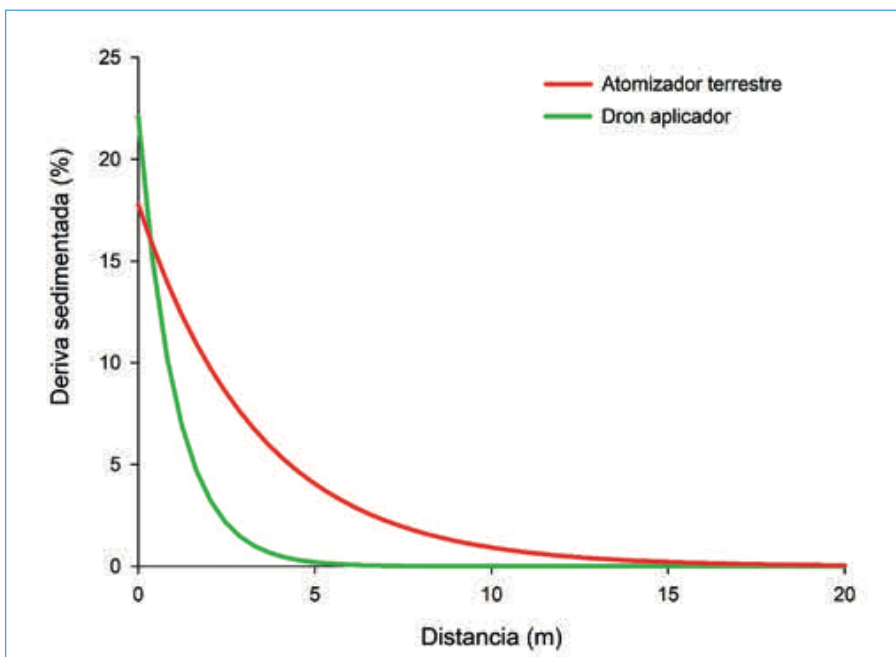
9 International Packing Show of Olive Oil Mill Machinery, Techniques & Equipment for Olive Growing

 **FERIA  
ZARAGOZA**



Foto 3. a) Tractor y pulverizador, y b) UAV utilizado para los ensayos de obtención de curvas de deriva en una explotación de olivar superintensivo en Sevilla.

**FIG. 3** Resultados obtenidos en los ensayos de deriva. La deriva generada por el pulverizador terrestre (rojo) fue significativamente mayor que la generada por el dron aplicador (verde).



normativa de seguridad aérea es exigente en cuanto a la documentación requerida para este tipo de operaciones y requiere prácticamente la misma documentación

que el tratamiento mediante aeronave convencional.

A pesar de estos inconvenientes, el principal factor limitante seguirá siendo

la normativa vigente en cuanto al uso de productos fitosanitarios y sanidad vegetal, que requiere que todo producto fitosanitario aplicado por drones aplicadores esté autorizado para el tratamiento aéreo. Actualmente los productos fitosanitarios autorizados para el tratamiento aéreo se cuentan con los dedos de una mano y en todo caso deberán ser aplicados sólo en los cultivos para los que estén autorizados por un piloto aplicador formado.

La introducción regulada de estos equipos en el entorno agrícola debe ir acompañada del desarrollo de productos fitosanitarios especialmente formulados para su aplicación mediante dron y de un mayor conocimiento de los parámetros que influyen en los riesgos que conllevan este tipo de aplicaciones. Es necesario conocer en mayor profundidad la exposición del operario que lleva a cabo estas aplicaciones, ya que se expone a más operaciones de carga y con un producto más concentrado que en las aplicaciones terrestres convencionales. Así mismo es necesario establecer y normalizar parámetros de los drones aplicadores, como el ancho de trabajo o la altura de aplicación, que deben adecuarse a las condiciones de cada escenario. ■

## BIBLIOGRAFÍA

Martínez-Guanter, J., Agüera, P., Agüera, J., Pérez-Ruiz, M., 2020. Spray and economics assessment of a UAV-based ultra-low-volume application in olive and citrus orchards. *Precis Agric* 21, 226-243. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09665-7>

Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R., Pirani, A., Moufouma-Okia, W., Péan, C., Pidcock, R., Connors, S., Matthews, J.B.R., Chen, Y., Zhou, X., Gomis, M.I., Lonnoy, E., Maycock, T., Tignor, M., Waterfield, T., 2019. Global warming of 1.5°C An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty Edited by Science Officer Science Assistant Graphics Officer Working Group I Technical Support Unit.

Sánchez-Fernández, L., Barrera, M., Martínez-Guanter, J., Pérez-Ruiz, M., 2023. Drift reduction in orchards through the use of an autonomous UAV system. *Comput Electron Agric* 211. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107981>

Sarri, D., Martelloni, L., Rimediotti, M., Lisci, R., Lombardo, S., Vieri, M., 2019. Testing a multi-rotor unmanned aerial vehicle for spray application in high slope terraced vineyard. *Journal of Agricultural Engineering* 50, 38-47. <https://doi.org/10.4081/jae.2019.853>

United Nations, 2022. World Population Prospects 2022: Summary of Results.