

## PROYECTO INNOVADOR

Aplicación de productos fitosanitarios con drones  
como herramienta para disminuir la exposición

### APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS CON DRONES: BUENAS PRÁCTICAS



Cofinanciado por  
la Unión Europea



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

# ÍNDICE

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. Introducción.....                                | 03 |
| 2. Marco normativo.....                             | 05 |
| 3. Seguridad en el uso de fitosanitarios.....       | 06 |
| 4. Equipamiento y calibración.....                  | 07 |
| 5. Eficacia del tratamiento.....                    | 09 |
| 6. Condiciones ambientales y deriva.....            | 10 |
| 7. Limitaciones de los drones de pulverización..... | 11 |
| 8. Conclusiones.....                                | 11 |

# 1. Introducción

Los vehículos aéreos no tripulados (UAV), especialmente los drones de pulverización (UASS), están despertando un gran interés como herramienta para la aplicación de productos fitosanitarios. Su uso se enmarca en la agricultura de precisión y puede aportar ventajas como habilidad para tratar en zonas con dificultad de acceso (pendientes, suelo con barro, etc.), reducir la compactación de los suelos, mayor eficiencia en los tratamientos, reducción de costes operativos y mejora de la seguridad ambiental y del aplicador.

En este documento se resumen las recomendaciones de buenas prácticas para la aplicación segura y eficaz de fitosanitarios con drones principalmente en usos agrícolas.

En la siguiente tabla se citan las Buenas Prácticas a tener en cuenta Antes, Durante y Después de la aplicación de Fitosanitarios con Drones, (UASS).

| ANTES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DURANTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DESPUÉS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leer y seguir las indicaciones de la etiqueta.</li> <li>• Asegúrese de que el producto fitosanitario está registrado para su uso en aplicaciones aéreas y que el dron tiene los permisos para ser usado correctamente.</li> <li>• Revisar las operaciones de mezcla y carga al preparar el caldo de tratamiento.</li> <li>• Asegúrese de comunicar con antelación del tratamiento fitosanitario a residentes y transeúntes, que podrían no darse cuenta de que se está aplicando.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es posible, preparar la mezcla de pulverización en un tanque nodriza, en un área delimitada y demarcada, lejos de áreas sensibles, animales, personas, etc.</li> <li>• Al realizar la recarga del tanque del dron, asegúrese antes de acercarse de que los rotores estén inactivos, verifique el nivel de carga de la batería y cambie las baterías si es necesario (tenga varias baterías recargadas disponibles si es posible). Cambie la batería después de recargar el líquido para evitar salpicaduras.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Al finalizar la operación de pulverización del día, se debe limpiar el equipo de aplicación y eliminar los residuos interna y externamente, nuevamente siguiendo las instrucciones de la etiqueta, incluido el uso del Equipo de Protección Personal adecuado.</li> <li>• Realizar una inspección visual del estado de las partes de equipo que soportan un uso más prolongado, tales como rotores, aspas, tornillos, chasis, pines de conexión... y sustituir y/o ajustar las piezas que presenten holgura o desperfectos.</li> </ul> |

| ANTES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DURANTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DESPUÉS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener el dron correctamente calibrado.</li> <li>• Verificar que el nivel de batería de la RC, es correcto para la actividad que se precisa (es muy aconsejable tener un par de baterías externas con el fin de evitar la pérdida de conexión entre la RC y el equipo).</li> <li>• Inspeccionar la pacerla a aplicar visualmente, comprobando que los valores que muestra la pantalla de la RC se corresponden con lo visual (no nuevos postes, arbustos, acequias...).</li> <li>• Es aconsejable, siempre que se pueda, realizar vuelo con dron para poder "mapear" previamente.</li> <li>• Comprobar y modificar los parámetros RPO (MAE15 de la PDRA)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante la pulverización, el operador y los observadores visuales deben mantener una línea visual con la(s) unidad(es) UASS. En algunos terrenos (por ejemplo, colinas, pendientes, etc.), esto puede requerir que estén ligeramente a sotavento del UASS, lo que en general debe evitarse, pero en caso de que esto no sea posible, se debe usar el Equipo de Protección Personal adecuado.</li> <li>• Ningún personal no implicado en las tareas de aplicación ha de estar en las zonas críticas (carga/descarga y aterrizaje/despegue del equipo)</li> <li>• Chequear frecuentemente el nivel de la batería insertada en el equipo desde la RC (un valor orientativo sería no bajar del 20% de la capacidad de esta, asegurándonos así que tenemos batería suficiente para "Return to Home".</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha de prestar mayor atención a esas piezas que sufren una mayor fatiga y realizar una revisión más específica. Esto dependerá mucho del tipo de parcela, número de giros, número de aterrizajes/despegues y de obstáculos a evitar, más que de la superficie y/o número de horas de vuelo, pero a modo orientativo se debería de realizar una inspección profunda de estos materiales sobre las 80-100 horas de trabajo del equipo.</li> </ul> |



## 2. Marco normativo

El uso de drones para aplicar fitosanitarios suele requerir autorizaciones de distintas administraciones, principalmente:

- Autoridad para la operación del dron: AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea)
- Autoridad competente en sanidad vegetal (uso de productos fitosanitarios)

En la Unión Europea, la aplicación aérea de fitosanitarios está regulada por la Directiva 2009/128/CE sobre Uso Sostenible de los Fitosanitarios. Aunque originalmente se refería a aviones y helicópteros, se interpreta que también incluye drones.

En la mayoría de los casos, la aplicación aérea está prohibida salvo autorizaciones excepcionales, que deben justificar:

- Ausencia de alternativas viables.
- Ventajas claras frente a otros métodos.
- Medidas para minimizar riesgos.

Además, los drones deben cumplir la normativa europea sobre aeronaves no tripuladas (Reglamento (UE) 2019/945 y normativa asociada). En algunos países o regiones también se exige autorización específica de la autoridad aeronáutica.



### 3. Seguridad en el uso de fitosanitarios

Las normas generales de seguridad son similares a las de cualquier tratamiento fitosanitario, pero el uso de drones introduce riesgos adicionales relacionados con el equipo.

Entre las tareas habituales que pueden implicar exposición destacan:

- Preparación del caldo fitosanitario.
- Llenado del depósito del dron.
- Sustitución de baterías.
- Transporte del equipo.
- Limpieza y mantenimiento.

Como en todas las aplicaciones con fitosanitarios, es obligatorio el uso de EPIs adecuados, como mono, guantes y mascarilla. También deben extremarse las precauciones con componentes peligrosos como hélices o sistemas eléctricos.

#### **Mezcla y carga del producto**

En algunos casos se utilizan depósitos auxiliares (tanques nodriza) para preparar grandes volúmenes de caldo y así realizar esta tarea solamente una vez y del tanque nodriza ir rellenando el tanque del dron. Esto permite asegurar que el producto esté bien disuelto o en suspensión antes de cargarlo, ahorra tiempo y minimiza los riesgos de la manipulación del producto fitosanitario sin diluir ya que sólo se realiza una vez.

Es imprescindible utilizar los equipos de protección individual (EPI) indicados en la etiqueta del producto. La preparación debe realizarse lejos de cursos de agua para evitar contaminación.

#### **Aplicación**

Durante la pulverización, el piloto/operador debe mantenerse a una distancia de seguridad (aprox. 6 m) y conservar contacto visual con el dron. Siempre que sea posible, debe situarse a barlovento para reducir la exposición a la deriva.

### Recargas y cambios de batería

Los drones suelen realizar múltiples ciclos de carga y recarga en una jornada. Es importante evitar transferir residuos de fitosanitario a superficies limpias (por ejemplo, mandos o pantallas), para ello se insertará la batería en el dron una vez rellenado y cerrado el tanque.

### Limpieza y mantenimiento

Tras cada uso, el equipo debe limpiarse para eliminar residuos internos y externos, normalmente mediante triple enjuague. No se recomienda el lavado a presión, ya que puede dañar los componentes electrónicos. Los depósitos auxiliares también deben limpiarse adecuadamente.

## 4. Equipamiento y calibración

La eficacia del tratamiento depende en gran medida de la correcta calibración del equipo, que permite aplicar la dosis adecuada de forma uniforme.

La calibración debe realizarse antes de cada aplicación, esto no son más de 5 minutos, ya que la calibración es automática a través de la controladora del equipo, solamente verificar que los caudales de las diferentes boquillas tienen la misma cantidad (+/-5%).

### Anchura efectiva de trabajo

La anchura de tratamiento real puede diferir de la indicada por el fabricante. Debe determinarse mediante mediciones de deposición (por ejemplo, con papel hidrosensible).





Factores que influyen:

- Tipo y posición de boquillas.
- Altura de vuelo.
- Velocidad.
- Modelo del Equipo de pulverización.
- Turbulencia generada por los rotores.
- Condiciones meteorológicas.

Se considera adecuada la mayor anchura que mantenga una variabilidad de deposición aceptable.

### **Cobertura de pulverización**

Una cobertura insuficiente puede reducir la eficacia del tratamiento, mientras que un exceso puede provocar fitotoxicidad o desperdicio de producto. Los drones pueden generar mayor variabilidad que los equipos terrestres, por lo que la calibración es especialmente importante.

### **Revisión del equipo**

Antes de operar, deben inspeccionarse:

- |                                                          |                        |
|----------------------------------------------------------|------------------------|
| • Conexión RTK o GNSS.                                   | • Depósito.            |
| • Baterías tanto de los equipos como de la controladora. | • Mangueras.           |
| • Parámetros RPO.                                        | • Boquillas.           |
| • Aspas y tornillería.                                   | • Filtros (si los hay) |
| • Chasis.                                                |                        |





### **Parámetros clave:**

- Volumen de aplicación (L/ha)
- Tamaño de gota.
- Altura y velocidad de vuelo.

Mantener constantes estos parámetros es esencial para obtener un patrón uniforme.

## **5. Eficacia del tratamiento**

Para que el tratamiento obtenga la eficacia deseada hay ciertos factores que son determinantes y debemos tener en cuenta:

### **Cultivo y plaga**

Evaluar si el uso de dron es el método adecuado para el cultivo y la plaga y leer la etiqueta del fitosanitario. Debemos identificar las plagas, enfermedades y malas hierbas, los umbrales de tratamiento y el momento oportuno. Otro factor importante es el volumen de agua y la cobertura de pulverización adecuados para el estado del cultivo y la localización de la plaga.

### **Características del producto**

- Productos sistémicos: funcionan bien con gotas medianas o gruesas.
- Productos de contacto: requieren mayor cobertura (gotas más finas)

El uso de coadyuvantes autorizados puede mejorar la retención, penetración y reducción de deriva.

### **Preparación del caldo**

Los equipos deben estar limpios. Al realizar la mezcla debemos de tener en cuenta la calidad y temperatura del agua, los adyuvantes, la compatibilidad, el orden al añadirlos en el tanque, etc. En definitiva, lo más importante es seguir las recomendaciones de la etiqueta.

## 6. Condiciones ambientales y deriva

Las condiciones meteorológicas influyen decisivamente en la eficacia y en el riesgo de contaminación fuera del objetivo.

### **Viento**

El riesgo de deriva aumenta con viento. El viento es un factor limitante ya que por encima de 3 m/s no se deben de realizar tratamientos con fitosanitarios. Aun teniendo en cuenta esta limitación, puede producirse algo de deriva. Las gotas pequeñas son especialmente sensibles. Este riesgo puede reducirse utilizando boquillas anti-deriva o aumentando el tamaño de gota en la controladora en equipos con boquillas centrífugas.

### **Altas temperaturas y baja humedad**

Favorecen la evaporación de las gotas y reducen la eficacia. En estas condiciones se recomienda aumentar el tamaño de gota y el volumen de aplicación.

### **Protección de zonas sensibles**

Deben respetarse las zonas de seguridad indicadas en la etiqueta y la normativa. Las boquillas deben cerrarse durante giros y al pasar sobre cursos de agua. Los sistemas de seguimiento del terreno ayudan a mantener una altura constante.



## 7. Limitaciones de los drones de pulverización

Entre las principales limitaciones actuales destacan:

- Autonomía reducida de las baterías.
- Capacidad limitada del depósito.
- Variabilidad en el diseño y calidad de aplicación.
- Dependencia del GPS.
- Sensibilidad a condiciones meteorológicas.

## 8. Conclusiones

La aplicación de fitosanitarios con drones está creciendo rápidamente, pero presenta desafíos técnicos, operativos y regulatorios. Por ello, la aplicación debe realizarse siguiendo buenas prácticas que garanticen:

- Eficacia del tratamiento.
- Seguridad del aplicador.
- Protección del medio ambiente.
- Cumplimiento de la normativa.

Una planificación adecuada —elección del producto, dosis, parámetros de vuelo y condiciones meteorológicas— permite maximizar la cobertura sobre el objetivo y minimizar la deriva y la exposición no deseada.

# **PARTICIPANTES**

## **Beneficiarios:**

**Centro Tecnológico Nacional  
Agroalimentario (CTREX) (Representante)**

**AEPLA. Asociación Empresarial para la  
Protección de las Plantas (Coordinador)**

**Agencia Estatal Consejo Superior de  
Investigaciones Científicas - Instituto  
Nacional de Investigación y Tecnología  
Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC)**

**Asociación Valenciana de Agricultores  
(AVA-ASAJA)**

**Unión Agroganadera de Álava-Arabako  
Nekazarien Elkartea (UACA)**

**Bodega Cuatro Rayas Sociedad  
Cooperativa Agroalimentaria**

**Field Trials Services, S.L.  
(FTS Agroconsulting)**

## **Subcontratados Técnicos**

**Generalitat Valenciana**

**Instituto Valenciano de Investigaciones  
Agrarias (IUIA)**

**NEIKER**

**FIUS**



**Cofinanciado por  
la Unión Europea**



**GOBIERNO  
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN**