



Grupo Operativo Validación y Seguridad de las aplicaciones aéreas con drones en el entorno agroforestal



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural

Európa investe en las zonas rurales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



PNDR
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

ISBN: 978-84-17528-69-0

Actuación cofinanciada por la Unión Europea	
 Unión Europea Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural	<i>Europa invierte en las zonas rurales</i> IINVERSION Total: 568,924.40 € Cofinanciación UE: 80% Plazo de ejecución: 24 meses

La financiación se realizará en un 80% con cargo al #FEADER y en un 20% con cargo al @mapagob, siendo la autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda #DGDRIFA

Protocolo ensayo de Eficacia y residuos en cítricos en Andalucía

Octubre 2022



Título del protocolo

Determinar la eficacia del tratamiento y los residuos de sustancia activa spinosad, tras el tratamiento con Spintor-Cebo para el control de *Ceratitis capitata* en pulverización foliar con aplicación mediante drones en cítricos.

Objetivo del ensayo

Comparar la eficacia del tratamiento y los residuos en fruto de sustancia activa spinosad, tras el tratamiento con Spintor-Cebo para el control de *Ceratitis capitata* en pulverización foliar con aplicación mediante drones y quad en mandarino. Definir la distribución del caldo en la vegetación.



CONDICIONES EXPERIMENTALES

Localización

Parcela comercial de mandarino en Benacazón (Sevilla), con incidencia de plaga.

El ensayo debe realizarse preferiblemente en un campo con al menos 30% en plena producción y en áreas donde haya un historial de alta infestación de la plaga (*Ceratitis capitata*). Todos los árboles deben ser de la misma variedad.

Condiciones culturales (por ejemplo, exposición, pendiente, tipo de suelo, fertilización, poda, riego) debe ser uniforme para todas las parcelas del ensayo/réplicas y debe ajustarse a las prácticas agrícolas locales.

Parcelas

Ensayos sobre parcelas comerciales que deben de ser uniformes, simulando lo más posible un cuadrado. Se seleccionará un 4% de la parcela en la zona central donde se pondrán 3 trampas de atrayentes específicos comerciales (hembras) en diagonal. Se realizarán aplicaciones con el umbral de intervención de acuerdo con las guías GIP del MAPA: tratar cuando el nº de moscas capturas por trampa sea de 2 moscas/mosquero y día antes del envero o de 0,5 después del envero. En cítricos se trata a partir del cambio de color, con 7-10 días de intervalo entre aplicaciones.

Cultivo y variedad

Mandarina clemenville, con actividad de *Ceratitis capitata*

Nº de ensayos

1

Diseño

3 tratamientos de 4 repeticiones de 1 hectárea cada una de ellas en 1 mismo ensayo en mandarina. Cada bloque dividido en 3: control (a poder ser de 1 ha), tratamiento convencional terrestre con quad (1 ha) y tratamiento con dron (1 ha para cítricos-ceratitis).

* El tamaño ideal del control es 1 ha, si no pudiera ser, deberá ser como mínimo de 200 m², debiendo justificarse las razones que no han hecho necesario reducir el tamaño del testigo (indemnización, presión de plaga, etc.)

Este bloque se repetirá 4 veces con una distribución al azar de los 3 tratamientos. En los bloques la distribución de los tratamientos será aleatoria. Si las muestras se van a coger en el centro de la parcela, el resto de la parcela (60%) va a actuar como buffer.

Las repeticiones no tienen por qué estar en la misma finca, siempre que sea la misma variedad, pero en el mismo periodo para evitar variabilidad climatológica. Si las parcelas están próximas se pueden hacer en menos espacio de tiempo.

Condiciones meteorológicas aceptables

Las condiciones deberían ser las que se aconsejan siguiendo buenas prácticas agrícolas de cualquier tratamiento fitosanitario que son, no hacer tratamientos en caso de:

- Velocidades de viento >3m/s (10.8 km/h)
- Temperaturas > 25 °C
- Humedad relativa < 50%

Eficacia

Manejo del control

El propio plot actúa como barrera, se muestrean las zonas centrales. Las zonas centrales (net plot) idealmente deberán dejar 100 m de distancia entre sí (aunque puede ser inferior, entre net plots debe haber al menos 20 metros de distancia), 5 líneas de buffer entre plot y plot para que no interfiera. Hacer un seguimiento de la parcela control.

Aplicaciones

Aplicación localizada sobre el cultivo. En cítricos se trata a partir del cambio de color, con 7-10 días de intervalo entre aplicaciones. Comenzar las aplicaciones siguiendo la práctica del agricultor hasta cosecha. Aplicar 1 L/ha de Spintor-cebo, pero con distribución por toda la superficie (trata-



miento 1) o en 1 fila de cada 4 (tratamiento 2). En aéreo, al aplicar sobre el 40% de la superficie la cantidad de Spintor-cebo es 0,4 l/ha. Una vez decidido el tratamiento 1 o el 2, se hará el mismo en todas las parcelas para que puedan considerarse repeticiones. Igualmente, una vez elegida la dosificación y el caldo, se hará igual en todas las parcelas para que se consideren repetición.

Autorización Spintor Cebo

Entre BBCH75 a BBCH87, realizar aplicaciones separadas como mínimo 10 días. Plazo de seguridad: 1 día. Dosis en aplicación terrestre (parqueo) 1-1,5 L/ha. Pulverizar utilizando entre 4 y 10 L de caldo/ha y dirigiendo la aplicación a la parte más alta del árbol y orientada al mediodía, evitando mojar los frutos. Bandas (aplicación aérea) 1-1,25 L/ha. Pulverizar utilizando entre 6 y 8 L de caldo/ha, tratando en bandas solo el 40% de la superficie a proteger.

Modo de aplicación: La solución de pulverización se aplica solo a la parte de arriba del árbol (de manera que solo una parte muy pequeña de los frutos es tratada (<1%) En el caso del quad, en vez de pulverizar se aplica un chorro fino. En el caso del dron utilizar boquillas, dándole un ángulo para que el ancho de tratamiento no sea muy grande. Siempre se aplica únicamente un solo lado de los árboles. Habría que documentar si se trata siempre la misma fila o si se tratan distintas filas en los 4 tratamientos. Si siempre se trata la misma fila estaríamos en el caso más desfavorable desde el punto de vista de residuos. Al tratarse por la parte superior del árbol, las muestras de residuos se tomarán de ahí (zona tratada).

Momento de aplicación: Para facilitar la obtención del permiso de aplicación ya que los ensayos serían un tratamiento aéreo deberíamos tratar en las condiciones autorizadas del producto en octubre dependiendo de la climatología y la fenología del cultivo. En estas condiciones habrá fruto y mosca.

Deberá registrarse el número de aplicaciones y la fecha de cada una de ellas. Si está disponible, se deben registrar los umbrales establecidos localmente para la plaga.

Para Spintor cebo cuanto menos sea el volumen de caldo menor, mayor es la eficacia. Con el dron se puede aplicar en 4 L calibrando el equipo y con la boquilla y la velocidad de tratamiento adecuados.

Tipo, tiempo y frecuencia de las evaluaciones: Se debe registrar la etapa de crecimiento (BBCH) del cultivo para cada aplicación y evaluación realizada. Realizar un seguimiento de la población de la plaga con trampas como indicador de eficacia.

Conteos de eficacia

Se realizarán en la zona central de cada uno de los plots antes de cada aplicación.

Evaluación de la fruta: contar el % de frutas dañadas en la cosecha en 500 muestras de fruta por parcela -realizar una evaluación intermedia en la mitad del ensayo sobre las frutas en los árboles-

Recoger las muestras y almacenarlas para realizar la evaluación y garantizar la visibilidad del ataque. Si es a temperatura



ambiente, almacenarlas como mínimo a 5 días para detectar las picadas recientes. Si es en cámara, el tiempo se puede reducir a 3 o 4 días.

Capturas de trampas de adultos: contar cada 3-4 días una estación por tesis, cada estación con 3 o 4 trampas, pueden ser por ej.:

1. 2 trampas Nadel con trimedlure, para machos y 2 trampas Tri-pack alimenticias, para hembras.
2. 1 trampa Nadel de machos y 3 de hembras.
3. 1 trampa de feromona + 2 trampas de alimento (fosfato biamónico).
4. 2 trampas de alimento de cristal (fosfato biamónico)+1 trampa tripack alimenticia para hembras.

Independientemente del tamaño, hay que recoger 500 frutos por tratamiento, para poder hacer la evaluación de la eficacia. Fuente: EPPO standard PP 1/301(1) *Ceratitis capitata* - bait application. La zona de evaluación y de colocación deben ser iguales para monitorear correctamente la plaga. Si puede ser, 10 metros entre cada una de las trampas. En cada zona de cada repetición y tratamiento se muestrearán de cada árbol 25 frutos al azar. Recogida de muestras al azar. El muestreo se realizará en uno de cada 2 árboles de los 40 árboles que hay en el 10% de 1 ha, en 3 o 4 niveles.

Fitotoxicidad: El cultivo debe examinarse para detectar la presencia de efectos fitotóxicos del producto aplicado. Además, debe tenerse en cuenta cualquier efecto positivo. El tipo y duración de tales efectos en el cultivo deben registrarse y, si hay o no hay efectos, también debe registrarse.

Datos sobre otros productos fitosanitarios: Se recomienda obtener un registro del histórico de los productos aplicados en las parcelas de ensayo. Debe evitarse la posible interferencia con estos.

Datos meteorológicos: Los días antes y después de la aplicación (por ejemplo, 7 días antes y 7 días después), los datos meteorológicos deben registrarse que pueden afectar el desarrollo del cultivo y/o plaga y la acción del producto fitosanitario. Esta normalmente incluye datos sobre precipitación, humedad relativa y temperatura.

Todos los datos deben registrarse preferiblemente en el sitio del ensayo, pero puede obtenerse de una estación meteorológica cercana. Se debe anotar su ubicación y distancia al sitio de las parcelas de ensayo.

Cualquier desviación en cuanto al diseño que viene en las normas EPPO deberá ser justificada.

Consideraciones de residuos

En cítricos el plazo de seguridad de Spintor Cebo es de 1 día, por lo que el último tratamiento debe ser 1 día antes de cosecha.

Residuos

El objetivo del estudio será realizar una comparación de los niveles de residuos encontrados entre la aplicación con dron y la aplicación terrestre. Los ensayos se realizarán siguiendo las directrices establecidas a nivel europeo (guía de la OCDE n. 509, *Crop Fiel Trials*). Para descartar

contaminaciones cruzadas, se tomarán muestras de una parcela control. De acuerdo con el diseño experimental hay control no tratado y dos tipos de aplicación. Por lo que se deberían enviar muestras de control no tratado; tratamiento terrestre y tratamiento con dron.

Pasado el plazo de seguridad establecido tras la última aplicación (1 día), se recogerá 1 kg de muestra (frutos) de diferentes sitios dentro de las parcelas, evitando los bordes, procedente de un mínimo de 4 árboles diferentes de entre **los árboles tratados**. Se debe cosechar las mandarinas enteras, de las zonas altas, ya que es donde se va a tratar con el producto, hay que asegurarse que en la recolección de muestras manual se tiene acceso a esa altura, así como de la zona interior y de la zona exterior de los árboles.

La muestra representativa de cada uno de los tratamientos se congelará lo antes posible (siempre dentro de un plazo máximo de 24 h), manteniéndola en refrigeración hasta su congelación. El envío al laboratorio se realizará manteniendo la cadena de frío. Se debe tener en cuenta los periodos máximos de estabilidad de la sustancia activa en congelación en matrices con alto contenido en ácido (18 meses a -20°C para Spinosin A y D)(EFSA Journal 2018; 16(4):5252).

Se analizará en las muestras las sustancias incluidas dentro de la definición de residuo a efectos de seguimiento (*monitoring o enforcement*): *Spinosad, suma de spinosin A y spinosin D* (Reg. 2015/603).

En caso de que no se disponga de 8 ensayos independiente se compararán los valores individuales de los distintos tipos de tratamientos.

Definición del equipo de referencia y sus condiciones operativas (equipo convencional)

Definición del Pulverizador terrestre: Quad con motobomba con pulverizador

- Asistencia aire, geometría
- Boquillas operativas (número, tipo, presión)
- Operativa (altura barra, presión, flujo aire, velocidad)
- Calibración previa sobre parcela de ensayo (PHS)

Velocidad de aplicación: 6 Km/h

Definición del dron y condiciones operativas

Se utilizará un dron Y10 de Dron Hispania (de 10 L). Se utilizará boquilla de pulverización de cono lleno con un orificio entre 0,8 y 1 mm, boquilla de baja deriva de abanico AI9504EVS, cuyos resultados dan los impactos adecuados. Para limitar el ancho de trabajo, se colocarán con un ángulo respecto al sentido de avance.

Los permisos de AESA vendrán determinados por el dron, y el peso, y es importante de cara a la planificación (tiempos antes del ensayo).



CARACTERIZACIÓN DE EQUIPOS AÉREOS		
Fabricante	DRON HISPANIA	
Modelo	Y10	
Altura sobre el cultivo	1,50	2,00
Ancho de trabajo según fabricante	4,00 - 5,00 m con 4 boquillas / 1,5 - 3 m	

Se usará una única boquilla, la central. Por las condiciones de aplicación del producto Spintor-cebo se aplicará en chorro.

En el caso del quad para evitar el manchado de fruta, es mejor chorro fino encima de los árboles para que no toque la fruta y no manche el fruto. La parte superior del árbol tiene pocos frutos.

Dron – configuración del equipo:

- Pulverización hidráulica.
- Boquillas (posición, tipo).
- Conformidad a requisitos ambientales (CD ISO 23117-1, ene 2022).

Dron – condiciones operativas:

- Distribución transversal (LAB: ISO 5682-1)(FIELD: CD ISO 23117-2, ene 2022).
- Overlapping -anchura de trabajo.
- Altura (distancia entre boquillas y objetivo): 1.5-2 m sobre el cultivo.
- Velocidad de desplazamiento (dependerá del dron y de la boquilla; maniobrabilidad): 4-6 km/h pero dependerá de la boquilla, pudiendo llegarse a 25 km/h (con dron).
- Calibración previa sobre parcela ensayo (PHS).



METODOLOGÍA PARA LA FASE EXPERIMENTAL DE CAMPO

Calibración del equipo: (según guía OCDE N° 105 series of pesticides)

Tesis 1 (equipo de referencia calibrado)

Deberá realizarse una caracterización del equipo de referencia (pulverizador hidroneumático), mediante:

1. Prueba previa de distribución vertical: ajuste de boquillas a la altura del cultivo.
2. Prueba de deriva transversal.

Tesis 2 (dron calibrado) (según guía OCDE N° 105 series of pesticides)

1. Determinación de la tasa de salida del dron en un periodo determinado de tiempo en condiciones normales de funcionamiento (*determination of the output rate from the UAV*).

- Medir el caudal que sale por cada una de las boquillas en suelo.
 - Medir el volumen de caldo final utilizado en vuelo: medir caldo inicial y final.
2. Determinación de la distribución del ancho de trabajo (patrón) (determination of the swath distribution pattern by measurement of the applied material from suitable collectors).
 3. Determinar el máximo ancho efectivo y la uniformidad considerando la superposición de las pasadas (determination of the maximum effective swath width with the corresponding uniformity of distribution for overlapped swaths).
 - Velocidad de vuelo óptima.
 - Altura de pulverización óptima (sobre el suelo y distancia por encima del cultivo)
 4. Dosis de aplicación: de acuerdo con registro.



METODOLOGÍA PARA LA FASE ANALÍTICA

Se desarrollará un método multirresiduos (QuEChERS) para la extracción en las muestras de mandarina de los componentes incluidos en la definición de residuo a efectos de seguimiento, tal como figura en el Reg. 2015/603 (*monitoring o enforcement: Spinosad, suma de spinosin A y spinosin D*), y posterior detección y cuantificación por LC-MS/MS. La validación del método se realizará de acuerdo a las guías europeas vigentes (SANTE/12682/2019 y SANTE/2020/12830, Rev. 1). Se comprobará si hay efecto matriz realizando rectas de calibrado en disolvente y en blanco de matriz. Se determinará la linealidad, en disolvente o blanco de matriz según proceda, en un intervalo de concentraciones adecuado a los niveles que se esperan (30% LOQ hasta 20% por encima del valor más alto esperado). En caso de que el intervalo de concentraciones sea muy amplio se pueden realizar 2 rectas de calibrado. En caso de concentraciones muy altas las muestras se pueden diluir para poder ser cuantificadas. Se determinará la exactitud del método mediante las recuperaciones de los compuestos incluidos en la definición de residuo en muestras de blanco matriz adicionadas a dos niveles de concentración (LOQ y 10xLOQ); se realizarán 5 repeticiones a cada nivel de concentración y 2 repeticiones de blanco de matriz. La precisión del método se determinará en función de los valores de %RSD de estas repeticiones. La especificidad y selectividad del método se determinará mediante la monitorización de dos iones característicos que resulten de la fragmentación en el espectrómetro de masas (MS/MS).

Las muestras de campo se descongelarán parcialmente y se cortarán y triturarán previamente a su análisis. Una vez homogeneizada la muestra se tomará una porción para su análisis de acuerdo al **método previamente validado. Cada muestra se analizará por duplicado.**



Otros datos

Destrucción del cultivo

No procede al estar el producto autorizado para el cultivo

Información adicional

Solicitar permiso de aplicación aérea para el ensayo para el uso de drones.

Las diluciones de SPINTOR-CEBO deben ser pulverizadas durante las 12 horas posteriores a la preparación.

Es importante no almacenar las diluciones para pulverización de SPINTOR-CEBO en envases sellados.

Plazos de seguridad

Cítricos: 1 día.

Fechas de ejecución

- › Comienzo del ensayo: 14 de octubre 2022
- › Final del ensayo: 25 de noviembre (recogida de muestras de residuos)
- › Informe final: 28 de febrero de 2023

Protocolo preparado, revisado y aprobado por:

Participantes del GO Phytodron:

AEPLA: M^a del Carmen Márquez

Corteva: Rosa Ferrer, Jorge Martínez, Alberto Martín, Pablo Mollá, José Fernández, Jose Antonio Insa, M^a del Carmen Sánchez, Esther García

INIA: José Luis Alonso-Prados, Jesús Jiménez Ruiz, Elena Seris Barrallo, M^a José López López, Pilar Sandín-España

Universidad de Sevilla: Manuel Pérez Ruiz y Luis Sánchez Fernández

Colaboraciones externas al GO Phytodron:

FTS Agroconsulting: Manolo Vargas

IVIA: Patricia Chueca Adell

Servicio de Sanidad Vegetal de la Generalitat Valenciana: Vicente Dalmau Sorlí y José Bolinches Perales

Servicio de Sanidad Vegetal de la Región de Murcia: Francisco González Zapater

Tragsa: Rafael Peris Ruiz

Universidad Politécnica de Valencia: Vicente Navarro Llopis

Con el apoyo de:



Consorticiados:

