



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



Unión Europea
Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural
Europa fuerte 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

Introducción



La implementación de la Estrategia de la Granja a la Mesa de la Comisión Europea requiere la rápida adopción de nuevas tecnologías de aplicación de productos fitosanitarios que permitan una protección efectiva de los cultivos, garantizando la sostenibilidad y competitividad de la agricultura europea. La agricultura de precisión, entendida como el conjunto de técnicas y tecnologías que posibilitan realizar actuaciones en el momento, lugar y en cantidades ajustadas, mejorando la eficiencia de uso de los medios de producción y minimizando el impacto en el medio ambiente y en la seguridad de las personas, forma parte de la respuesta para alcanzar los objetivos marcados. En los últimos años, se ha multiplicado el desarrollo de soluciones novedosas para los tratamientos fitosanitarios en el marco de la agricultura de precisión.

España apuesta por acelerar la llegada de las nuevas tecnologías que permitan implementar cuanto antes la agricultura de precisión en nuestros sistemas productivos. Una clara muestra de ello es el apoyo al desarrollo de los drones aplicadores por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, mediante la subvención concedida en 2021 al Grupo Operativo (G.O.) supra-autonómico Phytodron, que se constituyó para analizar la validación y seguridad de las aplicaciones aéreas con drones en el entorno agroforestal. El objetivo de este GO era recabar información experimental, para poder proponer una revisión de la vigente Directiva 2009/128/CE sobre Uso Sostenible de los Fitosanitarios, que considera los tratamientos drones encuadrado en los tratamientos aéreos prohibidos en dicha Directiva. En función de los resultados, se podría plantear el uso de drones aplicadores como un caso diferenciado de los tratamientos con aeronaves pilotadas (avión y helicóptero), contribuyendo al desarrollo de la agricultura de precisión.

El GO Phytodron ha llevado a cabo una serie de experimentaciones en viña, cítricos, pino y olivar, con el objetivo de evaluar datos relativos a la seguridad del operario, calidad de la aplicación, la eficacia, residuos, exposición residentes y transeúntes. El GO ha contado con los mejores expertos en cada una de las materias estudiadas tanto para el desarrollo de los protocolos como en su ejecución.

En los ensayos se han contrastado datos de campo de tratamientos con dron con los tratamientos realizados con equipos terrestres convencionales en ensayos de eficacia, residuos, deriva y deposición aérea; y los datos de campo de tratamientos con dron con los modelos existentes para tratamientos aéreos y terrestres en deriva, exposición al operario, transeúnte y residente.

Previo a la realización de los ensayos, se ha hecho un exhaustivo trabajo para la caracterización de los drones siguiendo las siguientes normas ISO:

- Caracterización de equipos indoor – Distribución transversal ISO 5682:2017
- Caracterización de equipos outdoor – Distribución transversal ISO NWI 23117-2

Estos ensayos se han realizado en viña, cítricos, pino y olivar, con el objetivo de evaluar datos relativos a la seguridad del operario, calidad de la aplicación, la eficacia, residuos, exposición residentes y transeúntes.

Esta publicación recoge los siguientes protocolos diseñados en el seno del GO Phytodron:

- 1. Exposición del operario y del residente y transeúnte** durante un tratamiento mediante drones en vid, con el objetivo de determinar la exposición de las personas (operador en mezcla, carga y aplicación, mantenimiento y limpieza del equipo, y residente/transeúnte durante un tratamiento realizado en pulverización foliar mediante drones (UAS) en el cultivo de vid.
- 2. Ensayo de eficacia y residuos** durante un tratamiento con drones en cítricos, con el fin de determinar la eficacia del tratamiento y los residuos de sustancia activa tras el tratamiento con en pulverización foliar con aplicación mediante drones en cítricos, comparando la eficacia del tratamiento y los residuos en fruto de sustancia activa tras el tratamiento en pulverización foliar con aplicación mediante drones y quad en mandarino.

Con la consecución de estos ensayos validados por los protocolos mencionados, se ha buscado diferenciar los tratamientos fitosanitarios realizados con drones del tratamiento aéreo convencional con naves tripuladas, enmarcándolo en una nueva categoría: la Agricultura de Precisión.

Protocolo ensayos OPEX exposición del operario y del residente/transeúnte



Título del protocolo

Determinación de la exposición de los operarios y de los transeúntes y residentes durante un tratamiento mediante drones en vid.

Objetivo del ensayo

Determinar la exposición de las personas (operador en mezcla, carga y aplicación, mantenimiento y limpieza del equipo, y residente/transeúnte durante un tratamiento realizado en pulverización foliar mediante drones (UAS) en el cultivo de vid.



CONDICIONES EXPERIMENTALES

Cultivo

Vid de vinificación en espaldera

Localización

Parcela comercial en Trebujena, Cádiz

Parcelas

Ensayos sobre parcelas comerciales con las siguientes características:

- Parcela total: 8 ha como mínimo, simulando un día de tratamiento
- Misma parcela a tratar 4 días distintos

Nº de ensayos

4

Nº de repeticiones

1

Nº de aplicaciones

1 tratamiento por ensayo

- Para medir la exposición al producto fitosanitario durante mezcla, carga, aplicación y limpieza, se realizará un tratamiento con dron en una parcela de 8 hectáreas como mínimo en 4 días distintos sobre la misma parcela.
- Para medir la exposición de los transeúntes y residentes al producto fitosanitario se realizará un tratamiento con dron de una parcela de al menos 1 ha en 4 días distintos.

Producto a aplicar

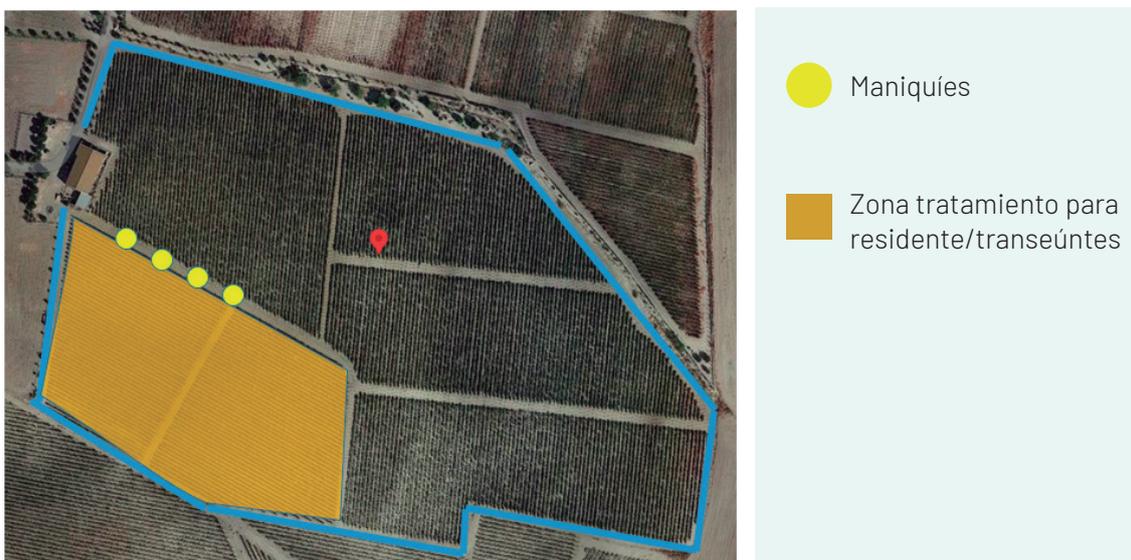
Spintor 480 SC a la dosis autorizada, adaptando el volumen de caldo en la aplicación para que nunca se supere el máximo de dosis por hectárea establecido, con un máximo 0,15 L/ha. Se realizarán 4 aplicaciones a intervalos mínimos de 7 días, y en la última se respetará el plazo de seguridad de 14 días.

Realización

El tratamiento lo realizará la empresa FTS. Se realizarán 4 ensayos en el cultivo de vid, coordinados por el INSST y con la participación de la US. Se procurará que los tratamientos sean realizados por operarios diferentes en cada uno de los 4 ensayos.

Diseño

Aplicación foliar a todo el cultivo. Se indica a continuación el croquis del ensayo:



Momento de aplicación

El tratamiento se realizará **en las condiciones autorizadas del producto** (BBCH ≥ 85 verano). Se realizarán 4 aplicaciones con intervalos entre tratamientos de 7 días, y un plazo de seguridad de 14 días para cosecha.

Fechas

Las aplicaciones se adaptarán a las condiciones fenológicas del cultivo en su fase de recolección. Teniendo en cuenta que se usaran variedades tempranas cuyas fechas de recolección, dependiendo de meteorología, pueden ser entre finales de julio y mediados de agosto.

Puesto que el último tratamiento debe ser 14 días antes de cosecha, se planifican los 4 tratamientos en las siguientes fechas:

- 1ª Aplicación: 14 de julio.
- 2ª Aplicación: 21 de julio.
- 3ª Aplicación: 28 de julio.
- 4ª Aplicación: 4 de agosto.

Condiciones meteorológicas aceptables

Velocidad del viento: < 3 m/s, no debe haber más de un 10% de los datos por debajo de 1 m/s. Si la velocidad del viento es superior a 2 m/s la dirección del viento debe ser +/- 30°. No más del 30% de los datos debe superar los 45°

- Temperatura: 10- 25º C.
- Humedad relativa.
- Registrar las precipitaciones 7 días antes y 7 días después.
- Sin inversión térmica (medir a dos alturas o anemómetro 3 D).

Definición del dron y condiciones operativas

Se utilizará un dron Y10 de Dron Hispania (de 10 L), y se gastarán 10 L de caldo/hectárea.

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 Boquilla tipo XR101001VS (*)	3,40	4,10
Ancho de trabajo Boquilla tipo TXVK8 (*)	2,75	2,90
Ancho de trabajo según fabricante	4,00 - 5,00 m con 4 boquillas / 1,5 - 3 m	

(*) Valores estimados según estudio realizado (hipótesis anchura de vuelo + 50% de la distancia al borde

- El vuelo para la aplicación en viñedo se realiza sobre la línea del cultivo, con una altura de vuelo general de 1,50-2 m.
- A priori las boquillas tipo XR110001VS podrían generar mayor deriva por tener un ancho de banda mayor.
- A priori las boquillas tipo TX-VK8 podrían dar mejor resultado para la aplicación sobre cultivo 3D por concentrar la pulverización al disponer de ángulo de salida inferior, lo que provoca que el ancho de aplicación sea menor.

Dron –configuración del equipo:

- › Pulverización hidráulica / centrífuga.
- › 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.
- › Calibración previa sobre parcela ensayo (PHS).



METODOLOGÍA PARA LA FASE EXPERIMENTAL DE CAMPO

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

Calibrado del dron (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)
 - › Diámetro volumétrico medio (DVM) en micras (=tamaño de la gota óptima), en función de la velocidad del viento y la humedad relativa
4. Dosis de aplicación: de acuerdo a registro

Exposición del operador en mezcla, carga y aplicación

Para la exposición de operario se realizarán mediciones durante el tratamiento con UAS (drones), y las comparaciones con las aplicaciones convencionales se realizarán mediante los modelos actuales de estimación de la exposición.

El INSST coordinará la realización de los ensayos contando con la colaboración de la US.

Se analizará la exposición de la mezcla/carga, la aplicación, mantenimiento y limpieza del equipo y cualquier otra operación que pueda implicar exposición, por ejemplo, cambio de batería.

Operarios

Los tratamientos fitosanitarios mediante UAS (drones) son realizados con carácter general por dos personas con objeto de optimizar las tareas a realizar, minimizar los riesgos derivados y evitar errores de dosificación, entre otros. De esta forma, un operario será el responsable de la mezcla y carga del equipo, cambio de baterías y limpieza y mantenimiento en campo del dron, entrando en contacto frecuente con el equipo, mientras que el piloto aplicador será responsable del manejo del dron, sin entrar en contacto con el equipo. Por lo tanto, en cada ensayo se realizará el muestreo de 2 personas, requiriendo de un total de 8 personas para la realización de los cuatro ensayos. Se procurará seleccionar operarios diferentes en cada ensayo.

EPI del operario (mezcla/carga y piloto aplicador)

Es habitual que los operarios utilicen ropa de protección tipo 4, máscara facial entera y doble guante de nitrilo, evitando la exposición en caso de rotura de los guantes exteriores, así como la contaminación cruzada. El doble guante de nitrilo lo llevan por si se rompe el exterior, tanto el operario como el piloto.

Jornada laboral

La jornada laboral de 8 horas empieza con el desplazamiento a la finca y termina cuando ya se ha regresado. Por lo tanto, no están 8 horas tratando. Además, aunque no está específicamente limitado el tiempo que puede estar manejando el dron el piloto, deben realizar descansos para evitar la fatiga del piloto, que también puede conllevar errores en la aplicación. A partir de la 2ª hora de tratamiento se realiza un descanso.

La cantidad de trabajo desarrollado deberá ser representativa de una jornada de trabajo habitual, debiendo quedar documentada en el estudio de exposición. El tiempo de muestreo coincidirá con el tiempo habitual de realización de la operación. Debe llevarse un registro de los tiempos dedicados a cada tarea

Si durante la jornada de trabajo, el personal necesitase por cualquier circunstancia (comida, servicio, etc.) quitarse los guantes o el traje o en caso de que se rompan, se les suministrará nuevos guantes o mono para continuar con la actividad. Al final de la jornada de trabajo, los dos o más guantes o monos usados por la misma persona van a generar una única muestra para el análisis.

Fotografías y grabación

Se grabarán los tratamientos, bien con una cámara montada en trípode o con una cámara en otro dron, y se tomarán fotografías en todas las actividades que se realicen por parte de los operarios y aplicadores.

Condiciones de mezcla-carga habituales

Hacer la mezcla cada vez directamente en una probeta-cubeta, y verterlo en el tanque del dron.



Protocolos de aplicación

Habituales con un check-list previo para la realización de las distintas tareas y fases de la jornada laboral

Dosímetros a analizar

Se utilizarán dosímetros para comparar la exposición potencial del cuerpo y la exposición real de las manos. Los resultados se compararán con los obtenidos al aplicar la Guía OPEX EFSA para una aplicación terrestre.

El operario que realice las actividades de mezcla/carga, limpieza y mantenimiento utilizará un mono exterior de algodón y ropa interior de algodón (camiseta de manga larga y pantalón largo). Se analizarán ambas prendas para obtener la exposición potencial. El piloto aplicador únicamente utilizará el mono exterior, ya que se considera que la exposición real debido a la nube de pulverización puede ser insignificante. Se utilizarán guantes de algodón por debajo de unos guantes de protección química de nitrilo durante la mezcla/carga, limpieza y mantenimiento del equipo. El piloto aplicador utilizará guantes de algodón. Tanto el operario como el piloto utilizarán capucha de algodón (pasamontañas).

Se analizarán los dosímetros para el cuerpo (mono y ropa interior en mezcla/carga y mono exterior en aplicación, y capucha de algodón), y los guantes de algodón (utilizados bajo los de nitrilo) empleados durante mezcla/carga y los guantes de algodón utilizados por el piloto. Los monos serán seccionados para su análisis en 3 partes: brazos, piernas, torso.

Siempre que se estime que los medios de muestreo puedan llegar a la saturación, se deberá proceder a su sustitución.

Muestras de control para la realización del ensayo de fortificación en campo

Para dar cumplimiento a los requisitos de calidad y en relación con la posible incidencia de las condiciones de muestreo sobre la eficacia de la recuperación del método de extracción utilizado se procederá a la contaminación controlada o fortificación de los medios de muestreo, con cantidades conocidas de caldo de aplicación, el cual se preparará expresamente en el campo y se utilizará el mismo caldo en todas las fortificaciones. Se realizará por cada día de muestro y en cada localización.

Las muestras de control para exposición dérmica consisten en un par de guantes de algodón sin tratar para las manos y porciones de monos externos y del mono interno para mezcla/carga. Como mínimo se tomarán 3 muestras como blanco por cada matriz (guantes, pasamontañas, mono de algodón) y 3 muestras fortificadas de cada matriz (guantes, pasamontaña, mono de algodón externo e interno) a las que se les adicionarán 2 niveles conocidos de una solución que contenga la sustancia activa del producto fitosanitario empleado en el estudio. Los 2 niveles de fortificación serán establecidos de forma previa al muestreo. Únicamente se analizarán 3 de las 4 muestras tomadas, ya que siempre se toma 1 muestra adicional de reserva, para poder sustituir una muestra que se pudiera dañar en caso de necesidad.



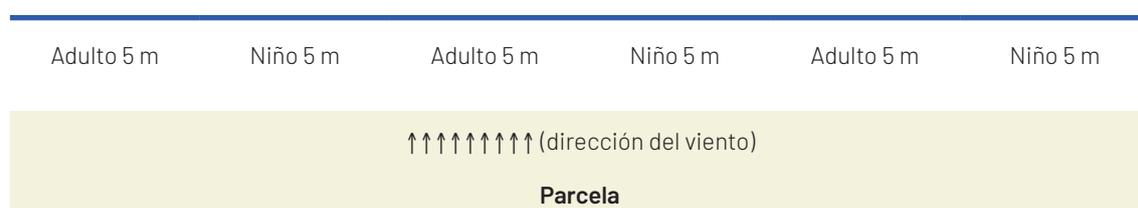
Tabla 1. Número de muestras de operario

	Por operario		Total por actividad 1 operario/aplicador x 4 días		Muestras para analizar (TOTALES)
	Mezcla/carga	Aplicación	Mezcla/carga	Aplicación	
Dosímetros internos					
Guantes	1	1	4	4	8
	Brazos		4		4
Mono	Piernas	1	4		4
	Torso	1	4		4
Dosímetros externos					
Guantes		1		4	4
	Brazos	1	1	4	8
Mono	Piernas	1	1	4	8
	Torso	1	1	4	8
Total muestras (mezcla/carga y aplicación)					
	7	5	28	20	48

Exposición de residentes y transeúntes

Para la exposición de personas ajenas se realizarán mediciones durante el tratamiento con UAS (drones), y las comparaciones con las aplicaciones convencionales se realizarán mediante los modelos actuales de estimación de la exposición.

- El INSST coordinará la realización de los ensayos contando con la colaboración de la Universidad de Sevilla.
- 6 maniqués/ensayo: 3 adultos+3 niños (4 ensayos=12 adultos + 12 niños en total).
- Colocación de los maniqués: en 1 lugar, a sotavento, 5 m de distancia al cultivo, separados 10 m entre sí.



Dosímetros para las personas ajenas al tratamiento: 1 dosímetro interno (*camiseta de manga larga y pantalón largo* de algodón) y pasamontañas (cabeza y cuello), y 1 dosímetro externo (*camiseta de manga corta y pantalón corto* de algodón), para comparar la exposición potencial de una aplicación en dron con la obtenida con el modelo EFSA para una aplicación terrestre.

Las matrices de las muestras son de algodón: procedentes del pasamontañas, y procedentes de los trajes de algodón externos e internos.

Los dosímetros interiores serán seccionados en 4 muestras:

- Brazos no cubiertos por manga corta.
- Piernas no cubiertas por pantalón corto.
- Torso y brazos superiores cubiertos por manga corta.
- Cintura y piernas cubiertas por pantalón corto.

Para cada maniquí resultarán un total de 4 dosímetros de cuerpo:

- Dosímetro externo pantalón corto y camiseta de manga corta
- Dosímetro interno brazos y piernas no cubiertos
- Dosímetro interno torso y brazos superiores cubiertos por manga corta y cintura y piernas cubiertas por pantalón corto
- Pasamontañas

Tabla 2. Número muestras exposición dérmica Transeúntes/Residentes

	Por maniquí	Total muestras 24 maniqués: (3 adultos + 3 niños) x 4 días	Muestras para analizar
Dosímetros internos			
Dosímetro interno brazos no cubiertos por manga corta	1	24	24
Dosímetro interno piernas no cubiertas por pantalón corto	1	24	24
Dosímetro interno torso y brazos superiores cubiertos por manga corta	1	24	24
Dosímetro interno cintura y piernas cubiertas por pantalón corto	1	24	24
Pasamontaña	1	24	24
Dosímetro externo			
Dosímetro externo brazos manga corta y torso	1	24	24
Dosímetro externo pantalón corto	1	24	24
Total externos e internos	7	168	168

Tabla 3. Número de muestras fortificadas en campo

	Total muestras	Total para analizar
Fortificaciones		
Guantes	6	6
Mono externo	6	6
Prendas de algodón (maniquís dosímetros externo e interno y dosímetro interno de operarios)**	6	6
Mono interior+exterior	6	6
Capucha	6	6
Total Fortificaciones	30	30

* Al ser la misma matriz que la usada para operario y residente/transeúnte, se usarán las mismas fortificaciones al realizarse los ensayos conjuntamente.

Tabla 4. Número de muestras blanco

	Total muestras	Total para analizar
Blancos		
Guantes	3	3
Dosímetro externo	3	3
Prendas de algodón (maniquís dosímetros externo e interno y dosímetro interno de operarios)*	3	3
Capucha	3	3
Total Blancos	12	12

Otros requisitos

El tiempo de muestreo coincidirá con el tiempo habitual de realización de la operación. El tiempo efectivo de muestreo deberá ser registrado. Siempre que se estime que los medios de muestreo puedan llegar a la saturación, se deberá proceder a su sustitución.

Para dar cumplimiento a los requisitos de calidad y en relación con la posible incidencia de las condiciones de muestreo sobre la eficacia de la recuperación del método de extracción utilizado se procederá a la contaminación controlada o fortificación de los medios de muestreo, con cantidades conocidas de caldo de aplicación, el cual se preparará expresamente en el campo y se utilizará el mismo caldo en todas las fortificaciones. Se realizará por cada día de muestro y en cada localización. Las muestras de fortificación realizadas para el operador serán válidas para las personas ajenas al tratamiento.

Las muestras de control para exposición dérmica consisten en una porción de pasamontañas para cabeza y cuello y porciones de monos algodón externo e interno para el cuerpo. Como mínimo se tomarán 3 muestras como blanco (una de pasamontaña y una de traje externo y otra de traje interno) y tres réplicas como muestras fortificadas a las que se les adicionarán dos niveles conocidos de una solución que contenga la sustancia activa del producto fitosanitario empleado en el estudio, tanto para pasamontaña como para trajes internos y externos. Al ser coincidente con los ensayos para la exposición de operario y usar las mismas matrices, sólo sería necesario tomar muestra como blanco y para fortificar del dosímetro exterior de manga corta, a dos niveles.

Tras la recogida muestras se procederá, el mismo día, a la realización de las fortificaciones de las muestras de control en una zona del mismo campo donde se realizan los tratamientos.

Fotografías y grabación

Se grabarán los tratamientos, bien con una cámara montada en trípode o con una cámara en otro dron, y se tomarán fotografías en todas las actividades que se realicen.



METODOLOGÍA PARA LA FASE ANALÍTICA

Validar los métodos analíticos de acuerdo con las guías europeas vigentes.

Todas las muestras tomadas durante la fase de campo deberán analizarse con los métodos previamente validados.

Los matrices serán de algodón: guantes, pasamontaña, pantalón y camiseta externa de manga corta para maniqués, camiseta y pantalón largo interior para maniqués, que es usado también como dosímetro interno por el operario y mono externo para el operario.

El número de muestras a analizar ya fue especificado en los protocolos correspondientes a operario y a transeúntes y residentes, incluidas las fortificaciones.

Las muestras de carga de dron (Tabla 5) deben ir en frascos de vidrio debidamente identificados a través de etiquetas. Todas las muestras de textil, cortadas por piezas, deben ir envueltos en papel de aluminio y metidos en bolsas de polietileno de congelación. La identificación de las muestras indica el tipo de muestra y el número de identificación establecido anteriormente.

El estudio sobre la estabilidad realizado previamente en el laboratorio determinará cuales son las condiciones óptimas de transporte y conservación de las muestras.

Información adicional

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



Etiqueta del producto experimental

Spintor 480

Seguridad del aplicador

Deberá utilizar guantes de protección durante las operaciones de mezcla/carga y aplicación, así como ropa de protección adecuada para el tronco y las piernas.

Aire libre: En mezcla/carga se deberán utilizar guantes de protección química, y en aplicación, limpieza y mantenimiento de equipo se deberán utilizar guantes y ropa de protección química (tipo 3 o 4 de acuerdo a norma UNE-EN: 14605:2005 + A1:2009) y calzado adecuado. Durante la limpieza del equipo de aplicación se utilizarán los mismos equipos de protección que durante la aplicación de producto.

Durante la aplicación con tractor con cabina cerrada y dispositivo de filtrado de aire, se podrá prescindir del equipo de protección, siempre que se mantengan las ventanas cerradas.

Seguridad del trabajador

No tratar con este producto en aquellas labores que impliquen actividades mecánicas que puedan derivar en un deterioro de los guantes de protección química del trabajador, durante la re-entrada de éste a la finca.

No entrar al cultivo hasta que el producto esté seco.

Plazo de re-entrada: es el tiempo mínimo en días, que tiene que transcurrir tras la aplicación y antes de que se puedan realizar tareas que supongan un contacto prolongado con el cultivo, superior a 2 horas. En vid para vinificación, 5 días en el caso de que se realicen 2 aplicaciones, y 14 días en el caso de que se realicen 3 aplicaciones; en uva de mesa y parral, 2 días en el caso de que se realice una única aplicación, y 10 días en el caso de que se realicen 2 aplicaciones.

Mitigación de riesgos medioambientales

SPE3 Para proteger los organismos acuáticos, respétese una banda de seguridad hasta las masas de agua superficial de 25 m en vid, o 5 m utilizando boquillas de reducción del 90% de la deriva.

Producto peligroso para las abejas y otros insectos polinizadores. Se prohíben los tratamientos durante el período de floración y durante el período de producción de exudados (por ejemplo, la producción de mielatos después de los ataques de pulgones). Cuando hay plantas en flor o en período de producción de exudados en la parcela (en el caso de bandas con cubierta vegetal), sus partes aéreas deben destruirse o hacerse poco atractivas para las abejas antes del tratamiento (cortándolas, arrancándolas o con la eliminación selectiva de hierbas de cultivo).

SPE8: Peligroso para las abejas. Para proteger las abejas y otros insectos polinizadores, no aplicar durante la floración de los cultivos. No utilizar donde haya abejas en pecoreo activo.



- › En caso de cultivos donde se vayan a realizar sueltas de insectos y/o ácaros depredadores (*Amblyseius* spp., *Orius* spp., *Coccinella*, *Typhlodromus*) o parásitos de la familia de los himenópteros (*Encarsia formosa*, *Trichogramma brassicae*, *Aphidius*) para la lucha biológica, tratar con Spintor 480 SC preferentemente antes de las sueltas con el objetivo de iniciar el cultivo con el menor nivel de plaga posible. Tras las sueltas, se recomienda aplicar una vez las poblaciones de los mismos estén bien establecidas y las condiciones climatológicas sigan siendo adecuadas para su recuperación (primavera, verano y principios de otoño).

Modo de aplicación

SPINTOR® 480 SC Actúa por ingestión, contacto y tiene acción translaminar. Aplicar al inicio de la infestación, en pulverización normal mediante tractor o manual al aire libre. Adaptar el volumen de caldo en la aplicación para que nunca se supere el máximo de dosis por hectárea establecido.

En vid de vinificación

Contra altica, piral, polillas del racimo, trips y escarabajo del sudario; aplicar 20-25 cc/hL; se pueden realizar 3 aplicaciones a intervalos mínimos de 7 días, con un máximo 0,1-0,15 L/ha y con un caldo máximo de 200-500 L/ha en tratamiento terrestre.

Plazo de Seguridad

14 días.

Destrucción del cultivo

No procede al estar el producto autorizado para el cultivo

Plazos previstos

- › Comienzo del ensayo: 14 de julio de 2022
- › Final del ensayo: 4 de agosto de 2022
- › Informe final: 28 de febrero de 2023

Protocolo preparado, revisado y aprobado por:

Elaborado por el INSST (Isaac Abril, Francisco Díaz e Isabel Lara)

Revisión y aprobación por otros miembros del proyecto GO Phytodron:

AEPLA: M^a del Carmen Márquez y Silvia de Luna

Corteva: Jorge Martínez, M^a del Carmen Sánchez, Inés Bernaldo y Esther García

INIA: José Luis Alonso-Prados, Pilar Sandín España y Carmen López-Goti

Universidad de Sevilla: Manuel Pérez Ruiz y Luis Sánchez Fernández

Colaboraciones externas al proyecto GO Phytodron:

Crop Life Europe: Edgars Felkers, Kathrin Bürling, Sarah Adham

FTS Agroconsulting: Manolo Vargas

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:

