

**Tratamentos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

**TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS EN VIÑEDO CON RPA NA DO RÍAS BAIXAS EN DOUS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN E NA VARIEDADE ALBARIÑO**

# Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

## Indice

Indice.....	2
1 Resumen del proyecto.....	5
2 Introducción.....	5
3 Objetivos.....	7
4 Metodología.....	8
4.1 Selección de parcelas.....	9
4.2 Diseño experimental.....	10
4.3 Evaluación del grado de cobertura de la superficie foliar.....	11
4.4 Evaluación fitopatológica de las parcelas en ensayo.....	13
4.5 Análisis del alcance foliar de las aplicaciones fitosanitarias.....	14
5 Resultados.....	15
5.1 Revisión normativa de aplicación con RPA.....	15
6 Características técnicas del dron utilizado, tanto del primer dron como del segundo.....	18
6.1 Plataforma de vuelo.....	18
6.1.1 La configuración final de la aeronave sería la siguiente.....	19
6.1.1.1 Sistema de Propulsión.....	19
6.1.1.2 Sistema de alimentación.....	21

# Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

6.1.1.3	Electrónica de vuelo.....	22
6.1.1.4	Sistema de visión .....	22
6.1.1.5	Sistema de seguridad.....	23
6.1.1.6	Sistema de aplicación.....	24
6.1.1.7	Estación de control .....	29
6.1.1.8	Software de control .....	30
6.2	CONDICIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN.....	32
6.2.1	Caracterización del sistema RPA.....	32
6.2.2	Descripción del Sistema .....	32
6.2.2.1	Identificación de la aeronave.....	32
6.3	Condiciones climáticas de las campañas de estudio .....	50
6.4	Registro de aplicaciones fitosanitarias.....	53
6.4.1	Anualidad 2023 .....	53
6.4.2	Anualidad 2024 .....	54
6.5	Evaluación fitopatológica de las parcelas .....	54
6.5.1	Anualidad 2023 .....	54
6.5.2	Anualidad 2024 .....	60
6.6	Alcance foliar de las aplicaciones fitosanitarias: sustancias activas y elementos en hojas.....	65

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

6.6.1	Substancias activas presentes en los fitosanitarios aplicados:.....	65
6.6.2	Análisis nutricional de elementos foliares del viñedo:.....	69
7	Consideraciones finales de carácter general .....	80
8	Divulgación.....	81
8.1	Jornadas de divulgación.....	81
9	Referencias bibliográficas utilizadas en la redacción del proyecto. ....	85

## 1 Resumen del proyecto

El principal objeto de este proyecto es la integración de un mecanismo de pulverización en un vehículo no tripulado automatizado (RPA) de manera efectiva, que permita minimizar los efectos nocivos de los plaguicidas en seres humanos y también proporcionar la tecnología para la pulverización de plaguicidas con vehículos no tripulados automatizados en cultivos como la vid, donde la pulverización tradicional supone un elevado desperdicio de producto con las consecuencias ambientales que representa.

## 2 Introducción

Los procedimientos habituales para la aplicación de fitosanitarios consisten en pulverizadores y atomizadores de diversos tipos y tamaños, autopropulsados o instalados en máquinas tractoras; pero siempre manejadas por un trabajador. A pesar de sus limitaciones para operar en terrenos inclinados y los daños que por su peso causan a la estructura del suelo, son razonablemente eficaces para esta labor; pero su eficiencia no lo es tanto. Dosifican productos en exceso, con el consiguiente dispendio económico y contaminación para el medio natural en general y especialmente de las aguas. Además, este sistema de aplicación supone un riesgo importante para la salud de los trabajadores.

La aplicación de fitosanitarios en cultivos emparrados o en espaldera, suponen un riesgo importante para la salud de los trabajadores, debido a que deben manejar dispositivos aplicadores que se desplazan por debajo de la masa vegetal a tratar, impulsando los productos hacia arriba mediante la generación de fuertes turbulencias de aire. Esto genera una auténtica nube de partículas que inevitablemente alcanzan al operario de la máquina. El crecimiento vegetativo de estos cultivos se produce en primavera y verano, estaciones en las que el calor difícilmente permite soportar trajes y demás elementos protectores (máscaras, filtros respiratorios, gafas...) que proporcionan la estanqueidad suficiente para proteger a los operarios del contacto con los productos aplicados.

La exposición a plaguicidas es un riesgo importante para la salud humana y principalmente para los trabajadores que los aplican. Un resumen de las advertencias contenidas en las etiquetas de los productos más utilizados comprende riesgo de cáncer, enfermedad de Parkinson, toxicidad para el sistema nervioso, disrupción de diversos procesos metabólicos (hormonas sexuales, regulación del metabolismo energético...)

<b>Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño</b>	
---	--

	MEMORIA FINAL
--	---------------

Según una encuesta realizada por la OMS (organización mundial de la salud) se estima que cada año unos 3 millones de trabajadores se ven afectados por envenenamiento con plaguicidas de los cuales 18.000 mueren.

La Unión Europea ha publicado la edición 2015 del anuario estadístico sobre la agricultura, ganadería y pesca, en el que se muestra a España como el país con mayor consumo de pesticidas del conjunto de los 28 países. Según datos del año 2013, se utilizaron en la UE 360.000 toneladas. España encabeza ese consumo, con el 19,5%, por delante de Francia (18,7%), Italia (13,8%) y Alemania (12,3%). Estos cuatro países figuran siempre entre los de mayor consumo en todos los grupos diferentes de productos químicos venenosos utilizados, que son divididos en 6 activos: fungicidas y bactericidas, herbicidas, insecticidas, molusquicidas, reguladores del crecimiento de plantas y otros.

El propósito de la robótica agrícola y más concretamente los RPAs (Remote Pilot Aircraft), no es sólo aplicar las tecnologías robóticas en el campo de la agricultura, sino también utilizar los desafíos agrícolas para desarrollar técnicas y sistemas más avanzados e incipientes. Los robots están realizando cada vez más funciones realizadas por los seres humanos donde la precisión y la repetitividad en las tareas rutinarias son necesarios y donde los trabajadores están expuestos a situaciones de peligro. Una tarea de este tipo es el cultivo de cultivos en campos e invernaderos donde los operadores humanos siguen ejecutando manualmente la mayoría de las operaciones en el cultivo, aunque a menudo son muy perpetuos y en ocasiones incluso peligrosos.

El uso de vehículos no tripulados (RPAs) para la agricultura de precisión es una tecnología actual cuyo uso está en aumento. El objetivo último de la robotización es mejorar la eficiencia en la gestión del campo y esto incluye la reducción de los riesgos laborales, la reducción del impacto sobre el medio natural, el aumento de la producción, la mejora de la calidad y en definitiva de la rentabilidad económica. Con este proyecto, se pretende desarrollar y validar una metodología para realizar aplicaciones de pesticidas en condiciones óptimas en campo con RPAs. Los sistemas desarrollados serán adecuados para aplicar productos fitosanitarios de forma autónoma o bajo control remoto.

Los robots móviles autónomos (RPAs) y sus sistemas son componentes de la agricultura de precisión, que tiene como objetivo optimizar la gestión del campo agrícola fijándose en la mejora del conocimiento de los cultivos, la conservación del medio ambiente y la economía.

Se utilizan varios tipos y tamaños de pulverizadores y atomizadores para aplicar pesticidas, muchos de ellos instalados en máquinas tractoras o autopropulsadas, pero los daños a los cultivos causados por el uso de neumáticos para

tractores y máquinas y las dificultades para operar estas máquinas en terrenos inclinados son algunos de los principales inconvenientes de estas máquinas. Con este proyecto, se pretende validar el uso de RPAs para realizar aplicaciones de pesticidas en condiciones de trabajo de campo.

Este proyecto responde a la necesidad que tienen las empresas agroalimentarias de reducir los riesgos laborales asociados a las tareas de aplicación de productos fitosanitarios y racionalizar uso para reducir los costes de producción, minimizar el impacto sobre el medio natural.

La aplicación de productos fitosanitarios supone un riesgo importante para la salud de los operarios, especialmente en la vid cultivada en emparrados y espaldera, en los que el operario debe situarse debajo de la masa vegetal a tratar.

### 3 Objetivos

El principal objeto es el desarrollar las técnicas y modificaciones necesarias para demostrar que un “RPA” es capaz de aplicar productos fitosanitarios de manera programable y efectiva en viñedos de manera autónoma, sin intervención de operarios más allá de las operaciones de supervisión y control. Esto es, integrar un mecanismo efectivo de pulverización en un vehículo no tripulado (RPA), y dotarlo de los automatismos necesarios para que, de forma autónoma y sin presencia humana cercana, pueda aplicar productos fitosanitarios en cultivos emparrados o en espaldera, como la vid.

Por extensión, el segundo objetivo es que el equipo sea útil para aplicar fitosanitarios a cultivos arbolados - frutales y forestales - y cultivos sobre suelo en los que la dificultad para alcanzar todas las partes de la planta es a priori menor.

Objetivos parciales:

- Desarrollo de un sistema de programación y control de la dosificación de producto por superficie de cultivo, mediante la combinación adecuada de flujo, tamaño de partícula, velocidad de desplazamiento y altura de vuelo, cubriendo uniformemente toda la parcela y sin salirse de ella.

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

- Optimización del diseño y automatismos para que su funcionamiento sea sencillo, práctico y sobre todo útil. A expensas de oportunidades de mejora que se detecten a lo largo del desarrollo del proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes utilidades:
  - Optimización de la dosis de aplicación
  - Optimización y ajuste de la distancia de aplicación.
  - Automatización de las operaciones de aplicación de fitosanitarios.

De estos objetivos se derivan los siguientes resultados esperados:

- Obtención de los requerimientos y requisitos mínimos para el uso de vehículos no tripulados en la aplicación controlada de fitosanitarios.
- Selección de equipamiento asociados al vehículo no tripulado para la aplicación de fitosanitarios según tipo de tratamiento, cultivo, condiciones meteorológicas...
- Análisis de la ejecución de tareas programadas y compatibilidad entre elementos integrados en los vehículos no tripulados.
- Establecimiento de protocolos de trabajo para el uso de vehículos no tripulados para la aplicación de fitosanitarios en viñedos.
- Evaluación de resultados de la aplicación convencional y con RPA.

## 4 Metodología

La metodología utilizada está basada en el sistema de ensayo-error. Los distintos sistemas que se van a usar, serán configurados de tal manera que nos permitan obtener los resultados esperados en el tratamiento de la vid con fitosanitarios. Se reconfigurarán los sistemas de tal manera que nos permitan suministrar la dosis adecuada en cada momento, así como la distancia de aplicación y la velocidad de aplicación.

En el año 2022 se realizó la recopilación de información, documentación... para la realización de la propuesta de requisitos, especificaciones de los sistemas a desarrollar.

Para poder realizar las pruebas de tratamientos fitosanitarios con RPA en viñedo se ha tenido que solicitar autorización a la Xunta de Galicia, Consellería de Medio Rural, Dirección Xeral de Gandaría, Agricultura e Industrias Agroalimentarias.

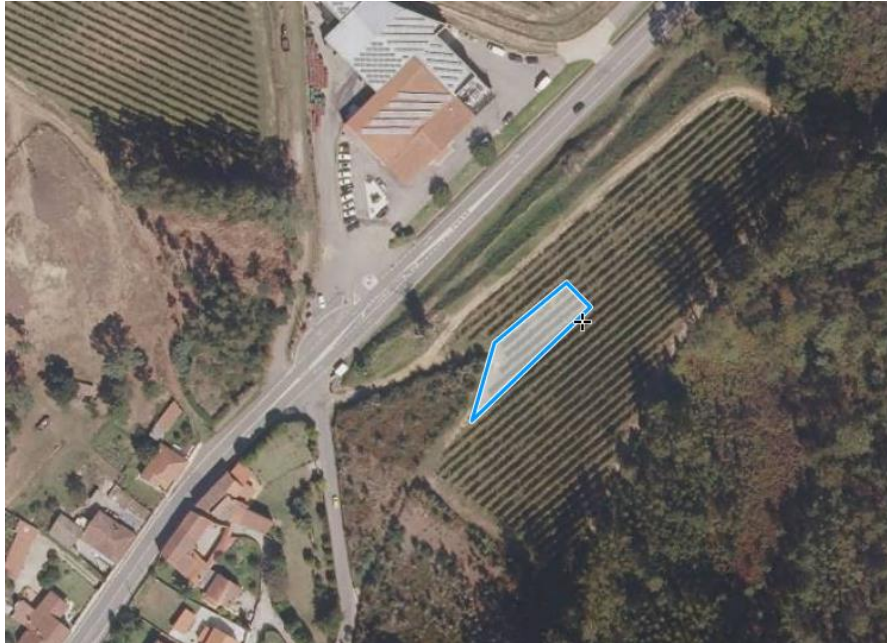
#### 4.1 Selección de parcelas

El campo de demostración se realizó en un viñedo propiedad de Adegas Valmiñor en los ayuntamientos de Tomiño y O Rosal (Pontevedra).

Parcela de viñedo en sistema de conducción emparrado, pol 73, parcela 357, Ayuntamiento de Tomiño; coordenadas UTM X: 523.425,32; Y: 4.649.100,25



Parcela de viñedo en sistema de conducción en espaldera, pol 69, parcela 1, Ayuntamiento O Rosal; coordenadas UTM X:517.041,43; Y:4.642.283,93



## 4.2 Diseño experimental

En las parcelas de AgroValmiñor se encuentran las dos formaciones en las que se pretende estudiar la efectividad de tratamiento fitosanitario con RPA.

1. **Finca 1 (Catusa):** pol 73, parcela 357, sistema de conducción en emparrado (variedad albariño)
2. **Finca 2 (Portela Nova):** pol 69, parcela 1, sistema de conducción en espaldera (variedad albariño)

**La Finca 1** está compuesta de ocho recintos. En el recinto 1 se aplicará el tratamiento con dron y el tratamiento habitual empleado por la bodega. La parcela que se empleará para la demostración de aplicación con dron tiene una superficie aproximada de 1000 m<sup>2</sup> y el resto de la parcela se aplicará el tratamiento habitual empleado por la bodega con una superficie aproximada de 1 Ha.

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

**La Finca 2** se compone de un recinto: en el que se aplicará con dron y en las parcelas colindantes (parcela 2, parcela 6 y parcela 1067) el otro con el tratamiento habitual empleado hasta la fecha. La parcela 1 tiene una superficie aproximada de 500 m<sup>2</sup> y el resto de 5500 m<sup>2</sup>.

### 4.3 Evaluación del grado de cobertura de la superficie foliar

Para comprobar la penetración de la gota en la masa foliar se colocaron diferentes papeles hidrosensibles a lo largo del cultivo, en la parte superior del emparrado, en la parte inferior, en la hoja, en el racimo, en el haz de la hoja, en el envés de la hoja.

- Papel hidrosensible en sistema de conducción espaldera viéndose la cobertura de gota.



**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Papel hidrosensible colocado en la parte superior, intermedia e inferior en sistema de conducción espaldera viéndose la cobertura de gota.



- Papel hidrosensible colocado en la parte inferior en sistema de conducción emparrado viéndose la cobertura de gota.



#### 4.4 Evaluación fitopatológica de las parcelas en ensayo

La evaluación de la severidad consistió en anotar el porcentaje de área foliar afectada. Se usará la escala modificada de Horsfall y Barratt con ayuda de un diagrama visual que representa porcentajes del área afectada en cada hoja evaluada. Los valores de severidad fueron promediados a cada repetición y cada fecha de evaluación. Estos fueron utilizados para la evaluación de la eficacia de los tratamientos.

Los resultados obtenidos de la evaluación se sometieron a análisis ANOVA, con en el software XLSTAT, 2024, para la evaluación de existencia de diferencias significativas entre tratamientos

<b>Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño</b>	
	<b>MEMORIA FINAL</b>

## 4.5 Análisis del alcance foliar de las aplicaciones fitosanitarias

Para el análisis del alcance foliar de las aplicaciones fitosanitarias, se tomaron aleatoriamente 25 hojas (limbos) en las dos parcelas a estudio con ambas metodologías de tratamientos fitosanitarios (convencional y RPA). Las hojas seleccionadas han sido tomadas de los pámpanos fructíferos y de vigor medio. Este apartado ha sido realizado por parte del equipo de la USC (Grupo Investigación PROEPLA).

### Sustancias activas presentes en los fitosanitarios aplicados:

Para el análisis de presencia de sustancias activas en muestras foliares, se seleccionaron 24 muestras por campaña, correspondientes a los tratamientos aplicados en las fechas detalladas en la tabla, que han permitido analizar la presencia de las siguientes sustancias activas:

*Cyprodinil, Iprovalicarb, Valifenalato, Azoxystrobin, Mandipropa, Tetraconazol, Tebuconazol, Penconazol, Zoxamide y Trifloxytrobin*

Los análisis se llevaron a cabo por el equipo del Dr. Isaac Rodríguez Pereiro del Dep. de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, en el 'Instituto de Investigación do Medio Acuático para unha Saúde Global (iARCUS)' en Santiago de Compostela.

Tabla. Fechas y tratamientos analizados para sustancias activas en muestras foliares.

Campaña	Fecha Tratamiento	Fitosanitario	Muestreo	
2023	29/06/2023	MELODY COMBI, CARIVER, FERTIMON ROJO	26/06/2023 03/07/2023 14/07/2023	
	18/07/2023	ELECTIS CX, AZUFRE AZUMO, FERTIMON ROJO	21/07/2023 27/07/2023	
	04/08/2023	NAYADES, SACRON, QUALY, FERTIMON ROJO	10/08/2023	
	2024	27/05/2024	ZORVEC, MAVITA	13/05/2024 27/05/2024
		04/06/2024	MELODY COMBI, EMERALD	31/05/2024
10/06/2024		VALIS, SPIROX	07/06/2024	
17/06/2024		ELECTIS CX, PROSPER, ALLUM WG, DECIS EVO	14/06/2024 20/06/2024	

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

### Análisis nutricional de elementos foliares del viñedo:

Las muestras se recolectaron siguiendo el calendario de tratamientos fitosanitarios en fechas de pre y post tratamiento, aproximadamente 5 días antes y después del tratamiento. Se recogieron muestras en 13 días, correspondiendo con un total de 55 muestras foliares en la campaña 2023 (del 8 de mayo al 19 de septiembre), mientras que en 2024 se tomaron muestras 13 días, correspondiendo con un total de 52 muestras (del 13 de mayo al 22 de agosto).

Con las muestras foliares, se ha determinado el contenido en N y C empleando el analizador CHN (2023) y los contenidos de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y B (2023 y 2024) por ICP-OES, en la RIAIDT del Campus de Lugo.

## 5 Resultados

### 5.1 Revisión normativa de aplicación con RPA

La normativa vigente con respecto a los RPAs es el Reglamento de ejecución (UE) 2019/947, donde se establecen las nuevas clases o escenarios de vuelo con drones, mientras no se publique el Real decreto UAS (Unmanned Aircraft Systems), algunos aspectos de los que se comentan en este artículo son susceptibles de verse modificados.

En lo que concierne a los PILOTOS de UAS, lo que establece esta normativa es lo siguiente:

1.- Los pilotos deberán tener una **edad mínima de 16 años**, salvo para drones de juguete con peso inferior a 250 g., que sean drones de construcción privada o que estén acompañados de un adulto. Esta edad mínima para el uso de UAS la podría reducir cada estado hasta los 12 años, pero en principio parece que España la establece en 16 años.

2.- Todos los **pilotos de drones** con un peso **superior a 250 g** deberán disponer de una **formación certificada** por la autoridad competente en tal caso, que cubren diferentes niveles y modalidades como veremos a continuación. Esta certificación variará en función del peso del dron.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

3.- Este reglamento, además de las regulaciones establecidas por EASA, define la **responsabilidad del piloto de UAS** respecto a la seguridad de la operación, la privacidad de las personas, la protección de datos y protección del medio ambiente o el uso del espectro radioeléctrico, entre otros aspectos.

4.- El uso de drones de más de 250 g exige estar **dado de alta como operador o piloto registrado**, independientemente de que el vuelo sea recreativo o profesional. Pero hay que distinguir entre el registro como Operador de UAS y la constitución de una Operadora profesional (que es lo que antes conocíamos como "Operador")

5.- Podrá actuar como **operadora una persona física o jurídica. En el caso de las personas físicas**, tendrán que estar registradas en su país de residencia y miembro de la UE. En el caso de personas jurídicas, la operadora tendrá que estar registrada en aquel país donde desarrolle su actividad económica.

6.- Todas las normas y procedimientos estarán enfocadas a atenuar el riesgo en función de:

- El **Riesgo y la Naturaleza** de la **Operación**
- Las **Características** Operacionales de la **Aeronave**
- Las **Características** del **área** de operaciones

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Categoría 'abierta'	Normativa UE UAS	
LIMITACIÓN SUBCATEGORÍA	REQUISITOS DE AERONAVES	REQUISITOS DE PILOTOS
<b>A1</b> Se permite el <u>sobrevuelo</u> de personas ajenas a la operación	Construcción privada o previa a la norma de <250 g y < 19 m/s	Familiarizarse con el <b>manual de usuario</b> del fabricante
	Clase C0 (<250 g)	Familiarizarse con el <b>manual de usuario</b> del fabricante
	Clase C1 (<900 g y < 80J con e-ID y Geo-awareness)	Familiarizarse con el <b>manual de usuario</b> del fabricante Completar un <b>curso online</b> Superar <b>examen teórico online</b>
<b>A2</b> Se permite el vuelo <u>cerca</u> de personas ajenas a la operación Manteniendo, una distancia de seguridad (30 - 5 metros)	Clase C2 (<4 kg con low-speed, e-ID y Geo-awareness)	Familiarizarse con el <b>manual de usuario</b> del fabricante Poseer un <b>certificado de competencia de piloto remoto</b> , obtenido mediante formación y examen online, autopráctica y examen presencial
<b>A3</b> Operaciones en áreas donde <u>no se espera</u> poner en peligro a personas ajenas a la operación Manteniéndose a > 150 metros de áreas residenciales, comerciales, industriales o recreacionales	Construcción privada o previa a la norma de <25 kg	Lo mismo que la Clase C1 en A1
	Clase C2 (<4 kg con e-ID y Geo-awareness)	
	Clase C3 (<25 kg con e-ID y Geo-awareness)	
	Clase C4 (<25 kg)	

Esquema del tipo de categorías según el Reglamento de ejecución (UE) 2019/947

La **categoría ABIERTA** es aplicable a drones de hasta 25 kg y no requiere solicitud ni aprobación de la operación por parte de AESA. En esta categoría abierta se engloba el uso de drones de modo recreativo y también el profesional en determinados escenarios. Esta categoría es la que realmente afectará a la gran mayoría de pilotos.

La **categoría ESPECÍFICA**, se aplicará en los casos que no se engloben ni en la categoría abierta ni en la certificada, y que son vuelos en escenarios especiales, como veremos más adelante. Normalmente esta categoría específica afectará a pilotos profesionales que quieran realizar operaciones especiales y relacionadas con el sector industrial.

La **categoría CERTIFICADA** es la que entraña más riesgo para las personas, animales u objetos, y se aplica a drones de más de 3 metros que sobrevuelen ciudades, para transporte de personas, mercancías peligrosas, etc. Es una categoría todavía muy difusa y sin definir y que de momento no nos afecta de manera directa como pilotos. Tan solo saber que existirá en un futuro y sus regulaciones serán más cercanas al mundo de la aviación tripulada que al de los drones.

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

### CATEGORÍA ABIERTA de la NORMATIVA EUROPEA de drones

- **Clase 0:** drones con peso inferior a 250 g, que alcancen una velocidad máxima en vuelo horizontal de 19 m/s y una altura máxima sobre el punto de despegue de 120 m.
- **Clase 1:** drones con peso inferior a 900 g, velocidad máxima en vuelo horizontal de 19 m/s y una altura máxima sobre el punto de despegue de 120 m. Tienen que tener electronic ID (e-ID), sistema de Geo Consciencia y una fuerza de impacto menor a 80 julios.
- **Clase 2:** drones con peso inferior a 4 kg y una altura máxima sobre el punto de despegue de 120 m. tienen que incorporar un sistema de velocidad baja o Low Speed (modo tripode en los drones de DJI), electronic ID (e-ID) y sistema de Geo Consciencia.
- **Clase 3:** drones con peso inferior a 25 kg y dimensiones inferiores a 3 m. Misma altura máxima sobre el punto de despegue que en las clases anteriores. Tienen que incorporar electronic ID (e-ID) y sistema de Geo Consciencia.
- **Clase 4:** drones con peso inferior a 25 kg, independientemente de sus dimensiones, pero que no incorporen modos automáticos. Realmente esta categoría está más dirigida o pensada para el aeromodelismo.

## 6 Características técnicas del dron utilizado, tanto del primer dron como del segundo

### 6.1 Plataforma de vuelo

Se ha optado por usar una plataforma de vuelo de ocho motores de propulsión eléctrica de la empresa DJI con un peso máximo al despegue de 25 Kg para evitar así incurrir en conflictos con la legislación actual.



La configuración usada en modo aplicación y plegada.

## 6.1.1 La configuración final de la aeronave sería la siguiente

### 6.1.1.1 Sistema de Propulsión

- Motores:

Motores DJI MG 6010 CON KV130 montados sobre soporte de PVC con la potencia suficiente para generar el empuje necesario para esta aeronave.



**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Variadores:

Se ha optado por los variadores DJI integrados en el brazo de la aeronave.



- Palas

Se ha optado por palas de 21" de fibra de carbono. Tienen unas altas prestaciones y la relación calidad/precio es excelente. Además están optimizadas para el uso con estos motores para un rendimiento óptimo.

Se han usado unos adaptadores especiales para el montaje de las mismas sobre los motores.



Palas

Adaptadores

### 6.1.1.2 Sistema de alimentación

- Baterías

Se ha optado por Baterías MG12000P, con capacidad de 12000mAh, lo que nos permite una autonomía suficiente para la descarga de un tanque completo de producto. Lo comercializa la propia casa.



- Cargador

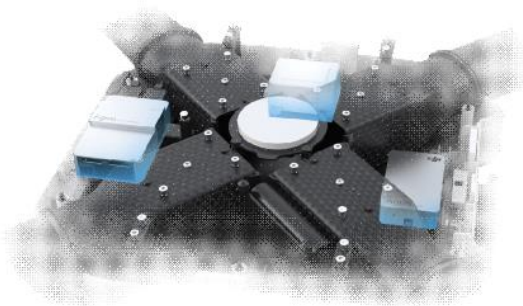
Se ha optado por un cargador múltiple de 6 baterías con carga rápida y lenta y con balanceadores integrados. Lleva un sistema de control automático de carga e indicadores de luces para visualizar el nivel de carga de cada batería. Lo comercializa la propia casa.



### 6.1.1.3 Electrónica de vuelo

- Autopiloto:

Se ha utilizado el sistema de autopiloto DJI A3 como controladora de vuelo. El sistema es totalmente redundante y dispone de dos brújulas internas para un mayor grado de seguridad en vuelo.



### 6.1.1.4 Sistema de visión

- Fpv

Lleva instalado un sistema FPV en la aeronave para poder visualizar en tiempo real lo que hay delante de la misma. Se trata de una cámara de gran ángulo de 123º que transmiten una visión nítida en directo de lo que se tiene enfrente.



### 6.1.1.5 Sistema de seguridad

- Radar 360

El equipo lleva un sistema de radar que integra tres radares direccionales con un radar de evitación de obstáculos. De esta forma se dobla la sensibilidad de la detección y se obtiene una detección multidireccional, aumentando en gran medida la capacidad de detección de obstáculos y la de seguimiento de terreno en el vuelo. El sistema puede detectar el cable de tensión con el grosor de 1 cm a distancia de 15 m. De forma que protege a la aeronave de los obstáculos corrientes como los cables de tensión y las ramas de árboles. El sistema tiene una protección IP67, lo que la permite funcionar en entornos difíciles.



### 6.1.1.6 Sistema de aplicación

- Tanque

El sistema tiene un tanque de 10L de capacidad. Dispone de tapón con cierre rápido y filtro para evitar que entren objetos que puedan atascar el sistema.

En la parte de abajo, lleva una salida con conexión doble a tubería de transporte.



Filtro de partículas



Tapón de cierre rápido



Tapón de vaciado

También tiene instalado un medidor de volumen en el tanque, para saber la cantidad de líquido que hay dentro. Se utiliza para avisarnos de que no queda líquido y así regresar al punto de recarga para luego continuar.



Medidor de nivel de líquido

- Sistema de distribución

El sistema de distribución de líquidos, está compuesto por 4 boquillas situadas debajo de 4 motores del sistema para poder aprovechar el empuje provocado por el viento como consecuencia del giro de las palas.



*Boquilla pulverizadora*



Montaje boquillas 15 cm

Debido a la poca eficiencia y al gasto excesivo de caldo con las boquillas instaladas de fábrica en el RPA, se realizaron modificaciones en las boquillas. Los criterios seguidos para elegir las boquillas fueron: bajo caudal, presión de trabajo no superior a 3-4 atm, boquillas adecuadas para la aplicación de fungicida, abonos foliares y plaguicidas.

Las boquillas elegidas fueron un total de cinco, y se colocó un portaboquillas de 5 unidades para que el cambio fuera más rápido y eficaz con un solo giro.

Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



Portaboquillas con las 5 boquillas elegidas



Portaboquillas con las 5 boquillas elegidas y colocadas en el dron

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



Portaboquillas con las 5 boquillas elegidas y colocadas en el dron

Hubo que realizar adaptaciones para poder acoplar el portaboquillas y las 5 boquillas a la parte inferior de las hélices.

Características de las boquillas elegidas:

Características boquillas elegidas:

Tipo boquilla	Material boquilla	Color boquilla	Ángulo (°)	Presión (atm)	Caudal (l/min)
Espejo	Plástico	Naranja	80	3	0,39
Turbulencia	Cerámica	Lila	80	3	0,20
Antideriva	Plástico	Naranja	120	3	0,39
Doble abanico antideriva	Plástico	Verde	120	3	0,59
6 chorros	Plástico	Verde	110	3	0,59

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Se eligieron boquillas con el menor caudal posible, ya que el consumo es un factor limitante debido al reducido depósito del dron y la autonomía del mismo, y el resto de características no son limitantes.

Lleva instalado dos bombas de distribución de líquido para poder controlar la distribución de líquidos entre las boquillas delanteras y traseras de manera independiente, de tal manera que se pueden activar o desactivar en función de las necesidades de caudal.



Soporte para bombas



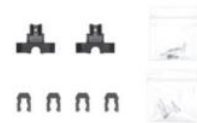
Bomba de distribución



Conectores para tubería



Conectores para tubería



Soportes para tubería

Además, el sistema tiene una placa controladora para pulverización, desde donde podemos controlar el flujo de líquido mediante la activación o desactivación de las bombas de pulverización.



Real Shell Kit

#### 6.1.1.7 Estación de control

El sistema viene con una estación de control la DJI GL300N, con todos los sistemas de comunicación y mando integrados. La estación de tierra tiene además una pantalla táctil integrada donde funciona el software de control para el sistema.

El alcance de funcionamiento es de 3Km (mucho más de lo necesario) y permite la transmisión de video en el mismo rango, con lo que garantiza la seguridad en las operaciones. Integra una tarjeta 4G para conexión a internet, lo que facilita la operación y también las actualizaciones del sistema. El equipo, lleva batería reemplazable para poder funcionar en modo continuo, antenas de comunicación reemplazables y además de los mandos de control, dispone de una serie de funciones programadas mediante botones, como el botón para inicio y finalización de aplicación manual, o el botón de vuelta a casa, que permite activar el regreso de la aeronave a la base de operaciones de manera inmediata ante cualquier situación que así lo requiera. Por último, también lleva dos botones personalizables en la parte inferior para poder configurar eventos del sistema.



### 6.1.1.8 Software de control

Se ha optado por el software propietario de Dji MG2.0 integrado en la estación de tierra. El software funciona bajo Android y dispone de un SDK para poder añadir o modificar funciones, o incluso cambiar y rediseñar.

El software permite el control de la aeronave con indicaciones en tiempo real de todos los parámetros necesarios para el vuelo, como el número de satélites, el estado de los sensores de la placa de control, el estado de las baterías, las comunicaciones, el sistema de radar, etc.

Además, permite visualizar en tiempo real la situación de la aeronave sobre cartografía. Nos permite también ver en pantalla lo que ve la cámara FPV del sistema.

El software permite diseñar una misión para realizar un tratamiento de manera automática. En este caso, se puede realizar un vuelo y capturar el perímetro de la finca y guardarlo. El sistema crea una misión de manera automática para poder hacer después vuelos automáticos en esta finca. En este modo también se pueden capturar obstáculos dentro de la finca para tenerlos en cuenta a la hora de diseñar la misión de vuelo. En el diseño de la misión es posible

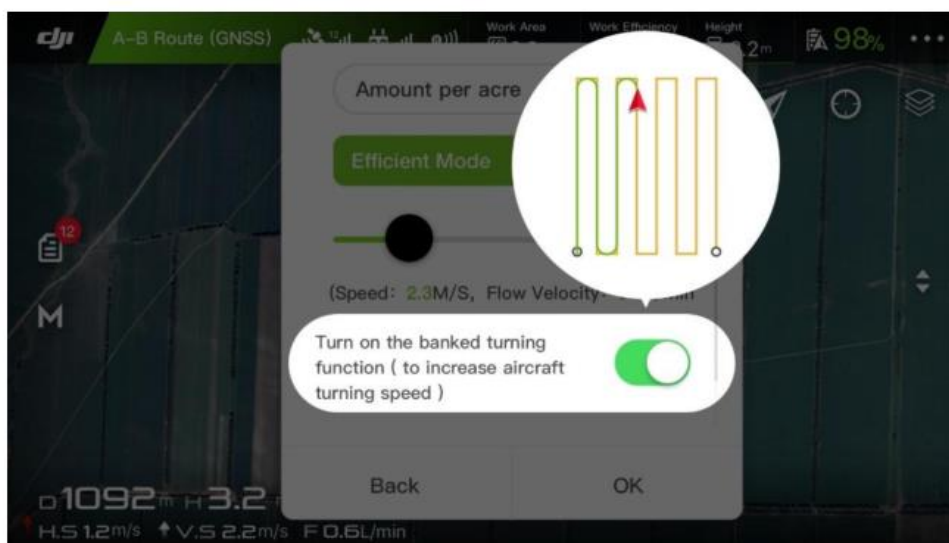
## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

regular el espaciado entre pasadas, la velocidad, así como la altura. Es posible mantener una altura constante a las plantas mediante el uso del radar.



Se puede realizar una misión definiendo una línea de partida mediante dos puntos, para así poder hacer las pasadas de manera automática. Esta opción está pensada para pequeñas superficies o incluso para tratamientos en zonas concretas muy localizadas.



**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

## 6.2 CONDICIONES TÉCNICAS DE APLICACIÓN

### 6.2.1 Caracterización del sistema RPA

Este documento incluye la información necesaria para la caracterización de la aeronave pilotada por control remoto denominada AGR-1P.

Se sigue la guía facilitada por AESA a través del Apéndice D “Caracterización del sistema RPA’s”

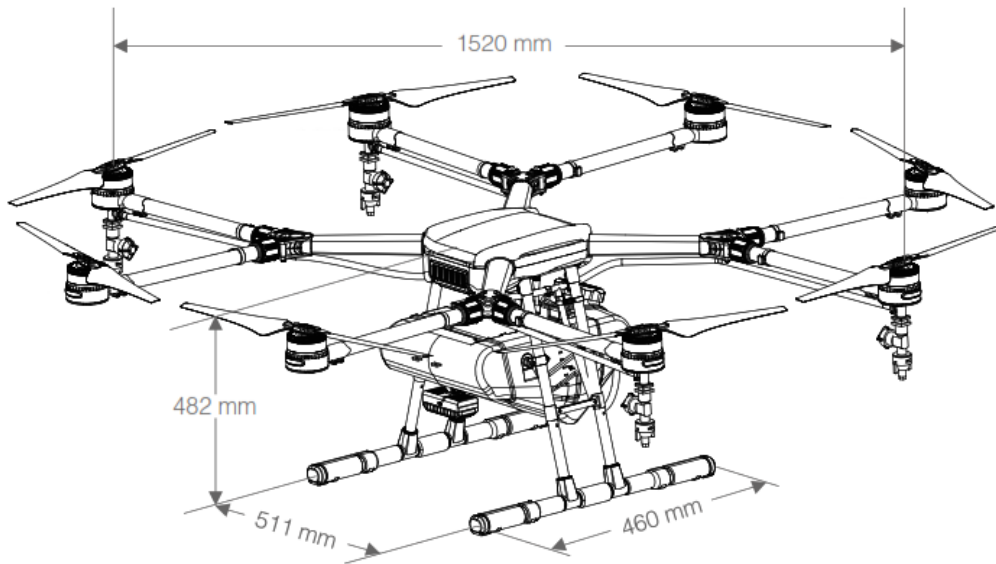
### 6.2.2 Descripción del Sistema

A continuación se hace una descripción del Sistema tomando como base el apéndice D.

#### 6.2.2.1 Identificación de la aeronave

Fabricante	DJI/FORTOP
Marca	DJI/FORTOP
Modelo	AGR-1P
Nº de serie de la aeronave	OY6DG18001000C
Motores	8 motores paso a paso
Hélices	8 hélices en fibra de carbono
Soporte de la carga de pago	TANQUE PARA LÍQUIDOS
Carga de pago	10 KG
Piloto automático	DJI
Emisora de control	DJI

- Planos con dimensiones y fotografías



**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Listado de componentes y equipos

Aeronave	AGR-1P
Soporte para carga de pago	TANQUE PARA 10L
Estación de tierra	Emisora Pantalla táctil Programa de planificación de vuelo y telemetría Receptor de vídeo y telemetría Sistemas de antenas: antena de largo alcance bidireccional
Baterías LiPo	LiPo 6S2P con capacidad de 12000 Ah. 4 Kg
Caja de transporte	Transporte en maleta o plegado
Cargador	Cargador múltiple hasta 6 baterías

- Masa del vehículo aéreo

Masa en vacío	9.7 KG
Masa máxima al despegue (MTOM)	24 KG
Masa máxima recomendada al despegue	24 KG

- Piloto automático y navegación

Piloto automático	DJI A3
Sistema de navegación	
Sistema GNSS	GPS + GLONASS
Magnetómetro	3 redundantes
Acelerómetro	3 redundantes

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Sistema de alimentación eléctrica

Placa de alimentación	Fabricada por DJI con potencia máxima de 6400w para alimentación de los 8 variadores y 8 motores
Variadores	8 variadores dji MG
Motores	8 Motores dji MG

- Capacidad de las baterías

Batería	MG-12000P
Protección	IP54
Voltaje	44,4 V
Capacidad	12000 mAh
Peso	4kg

- Sistema de propulsión

Motores	8 DJI
Modelo	MG
Tipo	Paso a paso
Potencia	6400W Máximo

- Célula de la aeronave

Bastidor	Fibra de Carbono
Fuselaje	Fibra de Carbono
Tren de aterrizaje	Fibra de Carbono
Hélices	Fibra de Carbono

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Carga de pago

La carga de pago para el modelo AGR-1P de FORTOP es variable en función de la capacidad del depósito. En todo caso, la capacidad máxima es de 10L.

- Los requisitos que deben de cumplir los líquidos:

Peso máximo de 10Kg.

Que sean pulverizables.

- Soporte de la carga de pago

El equipo se ha planificado con una carga de pago única consistente en un depósito de capacidad máxima de 10L.

El soporte se puede quitar e incluso cambiar por otro si fuese necesario, con la única condición que mantenga el peso máximo y se coloque de manera centrada en el equipo. El sistema de propulsión está diseñado y calculado para los pesos máximos expuestos en este manual y no se debe exceder en ningún caso de ellos.

- Terminación del vuelo

Sistema de aterrizaje	Vertical
-----------------------	----------

- Descripción de la estación de control

ESTACIÓN DE CONTROL DE TIERRA (Hardware)	
Dji GL300N	
Frecuencia de funcionamiento:	2.400 - 2.483 GHz
Rango máx. de Transmisión:	NCC/FCC: 5 km
Batería del control remoto:	Batería interna 4920mAh, 2s LiPo

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Nombre del Software (Software)	
Software de control DJI AG	
Características del software	Permite el control y la planificación de misiones
	Permite el control de la bomba
	Permite configuraciones de seguridad
Controles de seguridad	RTL
	Vuelta a casa
	Vuelta a casa con batería baja
	Alt-Hold

- Luces instaladas y sistema de pintura

LUCES	
Luces	4 LUCES
Tipo	Led
Localización	Parte inferior del cubre motor
Frontal	Verde
Trasera	Roja

PINTURA	
Color estándar	Blanco
Colores disponibles	Varios
Tren de aterrizaje	Fibra de Carbono
Indicación de parte frontal	Cámara FPV

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- Actuaciones y limitaciones del vehículo aéreo

- ✓ Alcance y autonomía

Alcance ó radio de vuelo	Limitado por la normativa vigente a un radio de 500 metros.
Tiempo de vuelo (según condiciones)	Máximo de 18 minutos

- ✓ Altitud máxima de vuelo

Altitud máxima de vuelo	Limitado por la normativa vigente hasta 120 m
Techo de vuelo (Altitud sobre el nivel medio del mar)	2000 m

- ✓ Velocidad normal y máxima de operación

Velocidad normal	7 m/sg
Velocidad máxima	12 m/sg

- ✓ Velocidad normal y máxima de ascenso

Velocidad normal de ascenso	4 m/s
Velocidad máxima de ascenso	7 m/s

- Velocidad normal y máxima de descenso

Velocidad normal de descenso	4 m/s
Velocidad máxima de descenso	7 m/s

- Limitaciones operativas

- ✓ Limitaciones operativas relacionadas con la velocidad del viento, temperatura y humedad.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Velocidad del viento máxima tolerable	10m/s
Temperatura	-20 a 40 Cº
Humedad	Resistente a humedad
Precipitaciones	Ligeras
Nieve	Ligera

✓ Comunicaciones

DATOS TÉCNICOS DEL EMISOR	
Suministrado por	dji
Retardo de la señal	Baja aproximadamente 40ms
Fuente de alimentación	Interna
Rango de frecuencias	2.400-2.483 GHz; 5.725-5.850 GHz
Envío de información inalámbrica	De audio, de video y cualquier otro dato que necesite la aeronave
DATOS TÉCNICOS DEL RECEPTOR	
Suministro de energía	Batería interna
Canales	16 (ajustable por conmutador)
Rango de frecuencias	2,3 - 2,5 GHz
Entrada de audio / ancho de banda	500 mW eficaz en > 1kW / 15 Hz - 16 kHz (3dB)
Salida de video/ancho de banda	1 Vss +/- 0,1 Vss@750 Ω / 30 Hz - 5 MHz
Otras características	Canal interruptor
	Visualización de datos
	Cuadro de mando
	Presentación de la potencia de recepción relativa
	Imagen FPV
	Conmutación automática de canales
	Salida de imagen
	Salida de 5V para el amplificador de entrada de antena

<b>Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño</b>	
---	--

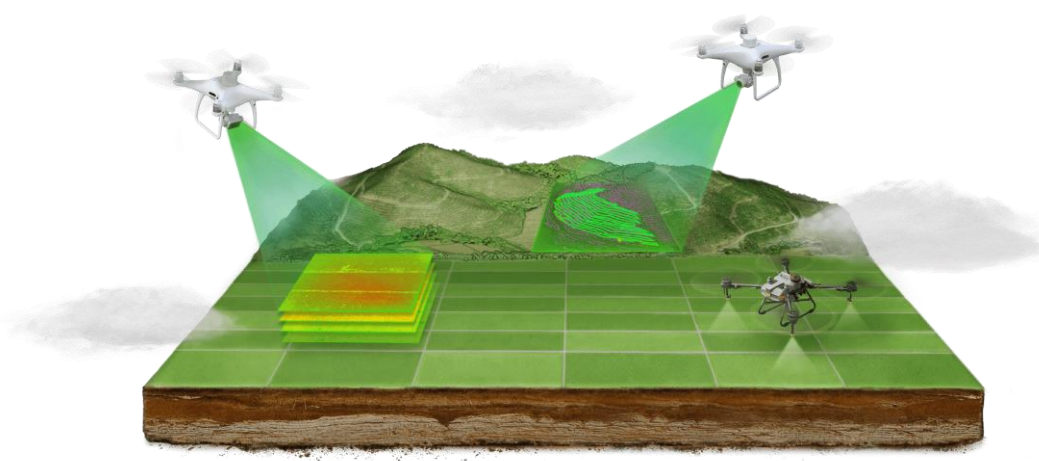
	MEMORIA FINAL
--	---------------

Debido a la rápida evolución en el desarrollo de sistemas aéreos, hemos considerado que era necesario la introducción de un sistema de vuelo más moderno, con cuatro motores y con la posibilidad de actualizar a modelos similares con cargas de pago mayores. Es por ello que en la última fase del proyecto, se usó el modelo DJI AGRAS T10.

Este modelo, permite un mayor control de los automatismos para la aplicación del producto, así como una mayor versatilidad a la hora de hacer tratamientos fitosanitarios localizados, ya que permite la carga automática de mapas de prescripción obtenidos de estudios previos.



Usando aplicaciones de agricultura inteligente, los usuarios pueden realizar un mapeo basado en la nube de escenarios de huertos y tierras de cultivo para generar rutas de vuelo inteligentes. Esta plataforma está equipada con un sistema de reconocimiento de inteligencia artificial para patrullar los campos, identificar el crecimiento, monitorizar enfermedades o plagas y monitorizar las condiciones agrícolas de manera eficiente. El emparejamiento de este sistema con el DJI P4 Multiespectral permite a los usuarios aplicar soluciones basadas en variables específicas de acuerdo con un mapa de prescripción de tierras de cultivo generado automáticamente.



El Agras T10 tiene una capacidad de 10 kg y una anchura de esparcido de hasta 7 metros y soporta una productividad por hora de 14 acres. También admite la monitorización de peso en tiempo real y tiene un sensor antirrotación, lo que permite alertas de recarga más precisas. La clasificación general de resistencia al agua del T10 de IP67 lo hace lavable y resistente a la corrosión, adaptándose perfectamente a la pulverización de fertilizantes, semillas y piensos. Cuando se utiliza con soluciones de agricultura digital, el Agras T10 implementa un esparcido variable, lo que reduce el uso de fertilizantes y aumenta el rendimiento.

#### **Especificaciones generales:**

- **Radar de alta precisión**

Radar digital omnidireccional (esquivar obstáculos automáticamente)

- **Precisión en la planificación del control remoto**

(RTK/GNSS)

- **Caudalímetro de alta precisión**

(Caudalímetro electromagnético de dos canales con un error de  $\pm 2$  %)

- **Indicador de nivel**

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Indicador de nivel de un solo punto

- **Caudal máx. de pulverización**

1.8 l/min (con boquilla XR11001VS estándar) 2.4 l/min (con boquilla XR110015VS opcional)

- **Método de instalación del tanque de plaguicidas**

Tanque de plaguicidas de conexión rápida

- **Método de instalación de la batería**
- Batería plug-and-play rápida
- **Un control remoto para varios drones**

(un control remoto para tres drones)

**Parámetros de dron**

- **Peso total (sin baterías)**

13 kg

- **Peso nominal de despegue**

24.8 kg (cerca del nivel del mar)

- **Precisión de vuelo estacionario (con buena señal GNSS)**

Con D-RTK habilitado:

±10 cm (horizontal) y ±10 cm (vertical)

Con D-RTK desactivado:

±0.6 m (horizontal) y ±0.3 m (vertical) (con la función de radar habilitada: ±0.1 m)

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- **Consumo eléctrico máximo**

3700 W

- **Consumo eléctrico en vuelo estacionario:**

3200 W

- **Tiempo en vuelo estacionario**

17 min (a 9500 mAh y peso de despegue de 16 kg)

9 min (a 9500 mAh y peso de despegue de 24.8 kg)

- **Ángulo máximo de inclinación**

15°

- **Velocidad máxima de funcionamiento de vuelo**

7 m/s

- **Velocidad máxima de vuelo horizontal**

10 m/s (con buenas señales GNSS)

- **Velocidad máxima del viento soportable**

6 m/s

**Parámetros de rack**

- **Distancia máxima del rotor**

1480 mm

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- **Dimensiones**

1958 mm × 1833 mm × 553 mm (con brazos y palas extendidos)

1232 mm × 1112 mm × 553 mm (con los brazos extendidos y las palas plegadas)

600 mm × 665 mm × 580 mm (con los brazos plegados)

**Sistema de potencia - Motor**

- **Tamaño del estátor**

100×10 mm

- **Valor KV**

84 rpm/V

- **Fuerza de tracción máxima**

11.2 kg/rotor

- **Potencia máxima**

2500 W/rotor

**Sistema de potencia - Hélices**

- **Diámetro x cabeceo**

33×9 pulgadas

- **Peso (una sola pala)**

92 g

**Sistema de potencia - ESC**

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- **Corriente máxima de funcionamento (continua)**

32 A

- **Voltaje de funcionamento máximo**

60.9 V (14S LiPo)

**Cámara FPV**

- **FOV**

Horizontal: 129°, vertical:82°

- **Resolución**

1280×720 15-30 fps

**Foco FPV**

- **Intensidad luminosa máxima**

13.2 lux a 5 m bajo la luz directa

**Sistema de pulverización - Tanque de operación**

- **Volumen del tanque de operación**

8 L a plena carga

- **Carga de funcionamiento**

8 kg a plena carga

**Sistema de pulverización - Boquillas**

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

- **Modelo de pulverizador**

XR11001VS (estándar)

XR110015VS (opcional)

XR11002VS (opcional)

- **Número de pulverizadores**

4

- **Caudal máx. de pulverización**

XR11001VS: 1.8 L/min

XR110015VS: 2.4 L/min

XR11002VS: 3 L/min

- **Diámetro de partícula atomizada**

XR11001VS : 130 - 250  $\mu\text{m}$

XR110015VS : 170 - 265  $\mu\text{m}$

XR11002VS: 190 - 300  $\mu\text{m}$

(según el entorno de funcionamiento real, el caudal de pulverización y otros factores)

- **Anchura de pulverización efectiva máxima**

3 - 5.5 m (con 4 pulverizadores y una distancia de 1.5 - 3 metros a los cultivos)

### **Sistema de pulverización - Bomba de agua**

- **Modelo de bomba de agua**

Bomba de diafragma

- **Caudal máximo**

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

1.5 L/min ×1

**Sistema de pulverización - Caudalímetro**

- **Rango de medición de caudal**

0.25 - 20 L/min

- **Error de medición de caudal**

< ±2 %

**Radar con sistema anticolidión omnidireccional**

- **Modelo**

RD2424R

- **Frecuencia de funcionamiento**

SRRC/NCC/FCC: 24.05 a 24.25 GHz

MIC/KCC/CE: 24.05 a 24.25 GHz

- **Control de altura y seguimiento del terreno**

Rango de medición de altura: 1 - 30 m

Rango de retención de altura: 1,5 - 15 m

Pendiente máxima en modo montaña: 35°

- **Sistema anticolidión**

Distancia perceptible: 1.5 - 30 m

FOV: 360° (horizontal), ± 15° (vertical)

Condiciones de uso: La altura relativa de vuelo del dron es superior a 1.5 m y la velocidad inferior a 7 m/s.

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

Distancia de seguridad: 2.5 m (la distancia entre la punta de la pala y el obstáculo después de que el dron se frena y se mantiene en vuelo estacionario de forma estable)

Dirección del sistema anticolidión: Sistema anticolidión horizontalmente omnidireccional

### Batería integrada de control remoto

- **Batería integrada**

Batería de iones de litio 18 650 (5000 mAh a 7.2 V)

- **Método de carga**

Cargador rápido USB estándar de 12V/2A

- **Tiempo de carga**

2.5 horas (con el cargador rápido USB estándar de 12 V/2 A y el control remoto apagado)

El Agras T10 adopta un diseño de cuatro boquillas con una tasa de salida de hasta 2.4 litros por minuto. Un caudalímetro de solenoide de doble canal controla las boquillas para una pulverización uniforme y un control de volumen de precisión, fundamental en la distribución de pesticidas. Aunque el resultado final de la aplicación de fertilizantes es muy similar al sistema anterior, esta tecnología nos permite hacer cambios en tiempo real sin necesidad de sistemas mecánicos manuales (como la rotación de las boquillas).

Un sistema de radar esférico percibe obstáculos y los alrededores en todos los entornos, condiciones climáticas y ángulos de visión, independientemente del polvo y la interferencia de luz. Las funciones automáticas para evitar obstáculos del sistema anticolidión y de vuelo adaptativo ayudan a garantizar la seguridad durante la operación y permiten trabajar en entornos más complejos tanto en su topografía, como en la presencia de obstáculos.

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



Otra de las diferencias con el anterior sistema, es que este está equipado con cámaras FPV duales, el T10 proporciona vistas frontales y traseras claras y le permite verificar el estado de vuelo sin girar. Además, su reflector de alto brillo duplica las capacidades de visión nocturna del dron, creando más posibilidades para la operación nocturna.

El Agras T10 es más fácil de transportar. Una batería inteligente de nuevo diseño está cubierta por una garantía por 1.000 cargas y 1.650 acres de vuelo; esta vida útil ultralarga reduce significativamente los costes operativos. La estación de carga puede cargar completamente una batería en 10 minutos, lo que permite el funcionamiento cíclico continuo de la aeronave con solo dos baterías y un cargador.

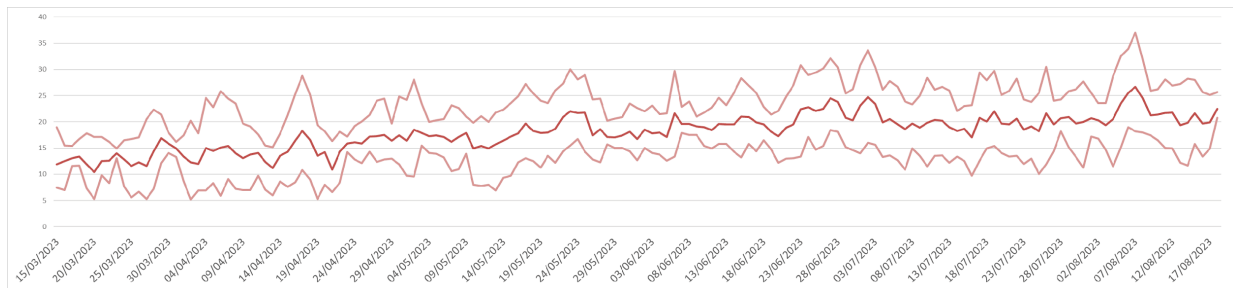


## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

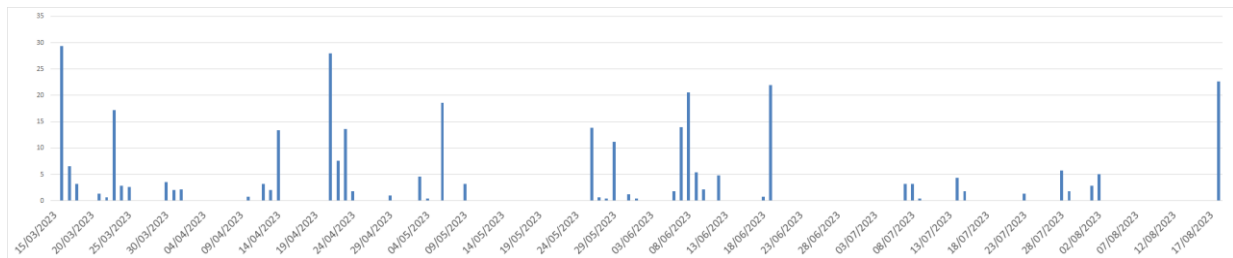
MEMORIA FINAL

### 6.3 Condiciones climáticas de las campañas de estudio

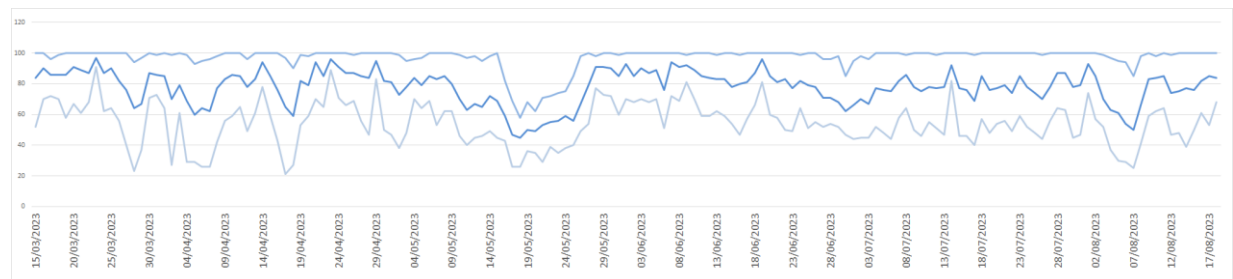
Los siguientes gráficos muestran las observaciones obtenidas de la estación meteorológica As Eiras, (estación pública de Meteogalicia), para los parámetros temperatura y la precipitación en las campañas 2023 y 2024.



Temperatura mínima, máxima y media diaria. Estación meteorológica de As Eiras. 2023



Precipitación media diaria. Estación meteorológica de As Eiras. 2023



Humedad relativa máxima, mínima y media. Estación meteorológica de As Eiras. 2023

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

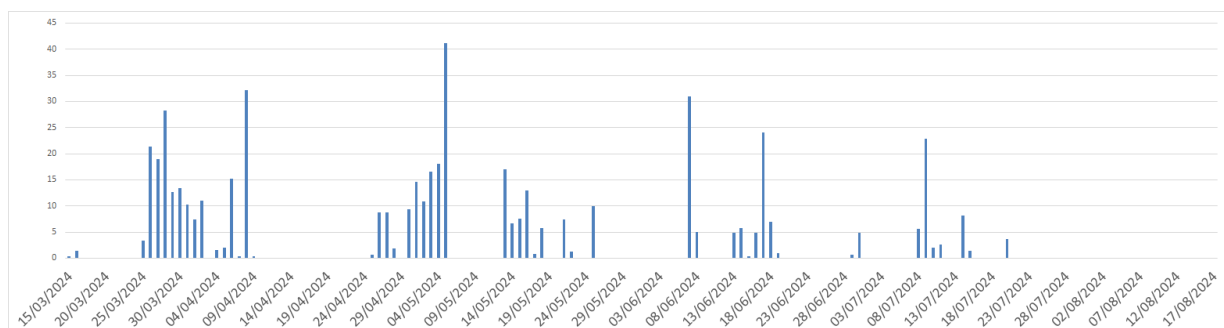
En 2023, las condiciones climáticas de la comarca del Rosal, en Galicia, favorecieron el desarrollo del **mildiu** en los viñedos debido a una combinación de factores clave. Durante la primavera y principios del verano, se registraron **precipitaciones frecuentes** y una **alta humedad** ambiental, que son condiciones ideales para la propagación de esta enfermedad fúngica. Estas condiciones fueron especialmente intensas a finales de mayo y principios de junio, cuando se reportaron los primeros síntomas de mildiu afectando gravemente a los viñedos de la zona.

El **aumento de la humedad relativa** y las **lluvias intermitentes** en estos meses permitieron que el mildiu prosperara, ya que la humedad en las hojas permitió que las esporas se dispersasen y se produjeran infecciones recurrentes. Las temperaturas suaves, que oscilaron entre los 15 y 22°C, también fueron propicias para el desarrollo del hongo. Las condiciones climáticas complicaron la protección del viñedo en este año.

En **2023**, hubo lluvias intensas, con un 21% más de precipitaciones de lo habitual en Galicia, registrándose un total de 1.560 mm. Este año fue extremadamente húmedo. Este hecho condicionó la aplicación de tratamientos fitosanitarios en el momento oportuno. En **2024**, aunque las lluvias siguieron siendo abundantes, fueron algo más moderadas en comparación con 2023.



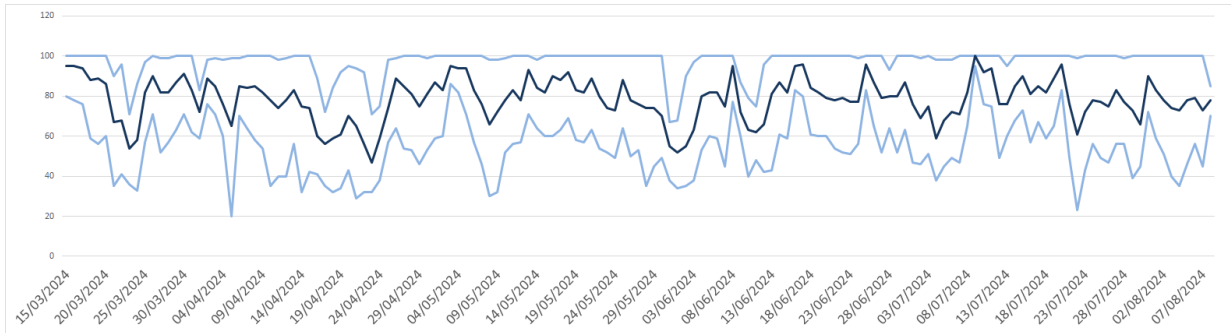
Temperatura mínima, máxima y media diaria. Estación meteorológica de As Eiras. 2024



Precipitación media diaria. Estación meteorológica de As Eiras. 2024

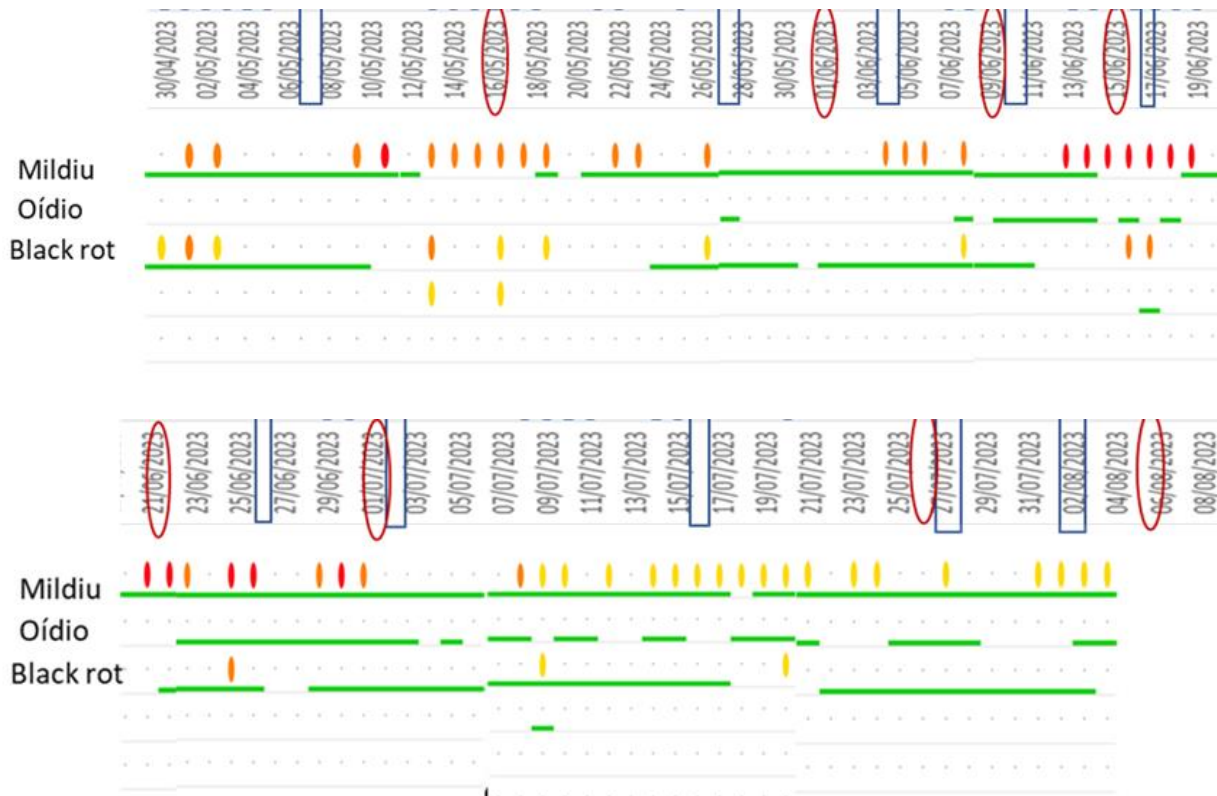
## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



Humedad relativa máxima, mínima y media. Estación meteorológica de As Eiras. 2024

Con base en las condiciones climáticas y al ciclo de desarrollo de los hongos, en la siguiente imagen se muestra el riesgo de desarrollo de la enfermedad, en la campaña 2024 (plataforma FitoVit). Las fechas marcadas en azul indican los días en que se efectuaron los tratamientos, las remarcadas en rojo indican los días en los que se realizaron evaluaciones a nivel fitopatológico. Los círculos rojos indican riesgo alto de infección por el patógeno, en naranja riesgo medio y en amarillo riesgo bajo. La línea verde indica los periodos en los que se debe realizar vigilancia del viñedo y determinar la aplicación de fitosanitarios.



## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

El 10 de mayo se observó un riesgo alto de desarrollo de infecciones de mildiu, disminuyendo su intensidad a niveles medios hasta mediados de junio, el 13 de junio, en el que las lluvias, temperaturas cálidas y la acumulación de ciclos de infecciones secundarias determinó el aumentó el riesgo.

A partir de la segunda semana de julio las condiciones climáticas mejoraron, descendiendo el riesgo de infección a niveles bajos, que se mantuvieron hasta el envero de la uva, principios de agosto. El mes de agosto se caracterizó por escasez de precipitaciones y menor humedad ambiental que incidió en el escaso riesgo de infección de patógenos.

En relación al black rot, solamente a finales de junio se dieron condiciones de infección del patógeno de intensidad media. El año no ha sido propicio ni para la presencia de black rot, oídio o botritis.

### 6.4 Registro de aplicaciones fitosanitarias

#### 6.4.1 Anualidad 2023

TRATAMIENTO	DATA	PRODUTO	PRAGA	MAT. ACTIVA	REXISTRO	DOSE	PORTELA (500 m2)	CATUSA (1000 m2)
	10/04/2023	AZUFRE P300P100	OIDIO	AZUFRE 98,5%	12453	30KG/HA	0	0
	26/04/2023	PENTHIOL	OIDIO	AZUFRE 80%	24412	0,50%	0,0125	0,025
1	19/05/2023	BENELUS	BLACK ROT OIDIO	CIPRODINIL 18,75% + TEBUCONAZOL 12,5% [EC] P/V	ES-00215	1L/HA	0,05	0,1
		ZORVEC VINABRIA	MILDIU	OXATIPIPROLIN 1% + FOLPET 50 % [SE] P/V	ES-0879	2 L/HA	0,1	0,2
2	01/06/2023	FLINT MAX	OIDIO BOTRITE	tebuconazol 50%-trifloxistrobin 25%	25328	0,2 kg/HA	0,01	0,02
		VALIS	MILDIU	vanifenalato 6%- folpet 48 %	25292	1,5 kg/ha	0,075	0,15
3	13/06/2023	ELECTIS CX	MILDIU	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	ES-00007	0,4 KG /HA	0,02	0,04
		FERTIMON ROJO	ABONO	ABONO		0,3 L/HL	0,015	0,03
4	20/06/2023	EMENDO	MILDIU	vanifenalato 6%- folpet 48 %	25294	1,5 kg/ha	0,075	0,15
		ELECTIS CX	MILDIU	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	ES-00007	0,4 KG /HA	0,02	0,04
		CENTINELA	OIDIO	PENCONAZOL 10%	24064	0,3 L/HA	0,015	0,03
5	29/06/2023	MELODY COMBI	MILDIU	FOLPET 56,3% + IPROVALICARB 9% [WG] P/P	22526	1,7 KG/ HA	0,085	0,17
		CARIVER	MILDIU	TETRACONAZOL 4% [ME] P/V	24681	0,75 L /HA	0,0375	0,075
		FERTIMON ROJO	ABONO	PK		0,3 L/HL	0,015	0,03
6	11/07/2023	AMPEXIO	MILDIU	MANDIPROPAMIDA 25% ZOXAMIDA 24 %	ES-00288	0,5 KG/ HA	0,025	0,05
		QUADRIX	OIDIO BLACK ROT MILDIU	AZOXISTROBIM 25 %	21809	1 L /HA	0,05	0,1
		FERTIMON ROJO	ABONO	PK		0,3 L/HL	0,015	0,03
7	18/07/2023	ELECTIS CX	MILDIU	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	ES-00007	0,4 KG /HA	0,02	0,04
		AZUFRE AZUMO	OIDIO	AZUFRE 80%	24136	0,250 KG/HA	0,0125	0,025
		FERTIMON ROJO	ABONO	PK		0,3 L/HL	0,015	0,03
8	04/08/2023	NAYADES	MILDIU	OXICLORURO DE COBRE 38 %	ES-00941	0,30%	0,15	0,3
		SACRON	OIDIO	CIMOXANILO 45%	ES-00321	0,250 KG/HA	0,0125	0,025
		QUALY	BOTRITE	Ciprodinil 30%	25720	1,25 L/HA	0,0625	0,125
		FERTIMON ROJO	ABONO	PK		0,3 L/HL	0,015	0,03
9	11/08/2023	YACO	MILDIU	COBRE 5,3%		2,5 L/HA	0,125	0,25
		QUALY	BOTRITE	Ciprodinil 30%	25720	1,25 L/HA	0,0625	0,125
		FERTIMON ROJO	ABONO	PK		0,3 L/HL	0,015	0,03
10	21/08/2023	YACO	MILDIU	COBRE 5,3 %		2,5L/HA	0,125	0,25

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

### 6.4.2 Anualidad 2024

#### TRATAMIENTOS DRON 2024

TRATAMIENTO	DATA	PRODUTO	PRAGA	CONTROL	MAT. ACTIVA	REXISTRO	DOSE	PORTELA (500 m2)	CATUSA (1000 m2)
1	07/05/2024	RIDOMIL GOLD COMBI PEPITE	MILDIU	16/05/2024	FOLPET 40 % METALAXIL-M 4,3 %	24397	2 KG/HA	0,1 KG	0,2KG
		NIREDIS	OIDIO		AZUFRE 80%	12455	0,50%	0,0125	0,025
2	27/05/2024	ZORVEC	MILDIU	01/06/2024	ZOXAMIDA 30%+ OXATIPIPROLIN 1% [SC] P/V	ES-01243	0,5L/HA	0,025	0,05
		MAVITA	OIDIO		DIFENCONAZOL 25% EC	18767	0,2L/HA	0,02	0,04
3	04/06/2024	MELODY COMBI	MILDIU	10/06/2024	FOLPET 56,3 %+IPROVALICARB 9%	22526	1,7 L/HA	0,085	0,17
		EMERALD	OIDIO		TETRACONAZOL 12,5%	23636	0,24 L/HA	0,012	0,024
4	10/06/2024	VALIS	MILDIU	15/06/2024	vanifenalato 6% folpet 48 %	25292	1,5KG/HA	0,075	0,15
		SPIROX	OIDIO		SPIROXAMIDA 50 %	E500188	0,6 L/HA	0,03	0,06
5	17/06/2024	ELECTIS CX	MILDIU	21/06/2024	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	E500007	0,4 KG/HA	0,02	0,04
		PROSPER	OIDIO		SPIROXAMINA 30% [EC] P/V	E500189	0,6 L/HA	0,03	0,06
		ALLUM WG	MILDIU		FOSETIL-AL 80% [WG] P/P	E500504	2,5 KG/HA	0,125	0,25
		DECIS EVO	INSECTICIDA		DELTAMETRIN 2,5% [EW] P/V	25838	0,5L/HA	0,025	0,05
6	26/06/2024	ELECTIS CX	MILDIU	01/07/2024	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	E500007	0,4 KG/HA	0,2	0,4
		DARAMUN	MILDIU		CIAFOZAMIDA 10 %	E501260	0,9 L/HA	0,045	0,09
		KARATHANE STAR	OIDIO		METILINOCAAP 35%	25023	0,6 L/HA	0,03	0,06
		C-BIO GROW	ABONO		EXTRACTO DE ALGAS		1,5L/HA	0,075	0,15
7	02/07/2024	LEIMAY	MILDIU		AMISULBROM 20%	25362	0,375 l/ha		
		ELECTIS CX	MILDIU		CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	E500007	0,4 KG/HA		
		ARSINOE	INSECTICIDA		LAMBDA CYHALOTHRIN 10%	25882	0,2 l/ha		
		CENTINELA	OIDIO		PENCANAZOL 10%	24064	0,03 - 0,04 %		
8	16/07/2024	ELECTIS CX	MILDIU	21/07/2024	CIMOXANILO 33% + ZOXAMIDA 33% [WG] P/P	E500007	0,4 KG/HA	0,2	0,4
		DARAMUN	MILDIU		CIAFOZAMIDA 10 %	E5-01260	0,9 l/ha	0,045	0,09
		KARATHANE STAR	OIDIO		METILINOCAAP 35%	25023	30 - 60 ml/Hl	0,15	0,3
		C-BIO GROW	ABONO		NPK		1,5L/HA	0,075	0,15
9	27/07/2024	NAYADES	MILDIU	01/08/2024	OXICLORURO DE COBRE 38% (EXPR. EN CU) [SC] P/V	ES-00941	0,30%	0,15	0,3
		SACRON	MILDIU		CIMOXANILO 45% [WG] P/P	ES-00321	0,27 Kg/ha	0,0135	0,27
		QUALY	BOTRITIS		CIPRODINIL 30% [EC] P/V	25720	1,25 l/ha	0,0625	0,125
		MICROCROPS	OIDIO		AZUFRE 80%	24370	0,50%	0,25	0,5
10	02/08/2024	CUPROFLOW DUO	MILDIU	07/08/2024	OXICLORURO DE COBRE 38% (EXPR. EN CU) [SC] P/V	ES-00863	0,25- 2,5 KG/H	0,125	0,25
		ARSINOE	INSECTICIDA		LAMBDA CIHALOTRIN 10% [CS] P/V	25882	0,2 l/ha	0,01	0,02
11	12/08/2024	NAYADES	MILDIU	18/08/2024	OXICLORURO DE COBRE 38% (EXPR. EN CU) [SC] P/V	ES-00941	0,30%	0,15	0,3
		FERTIMON ROXO	ABONO		NPK		1,5L/HA	0,075	0,15
12	19/08/2024	QUALY	BOTRITIS	27/08/2024	CIPRODINIL 30% [EC] P/V	25720	1,25 l/ha	0,0625	0,125

## 6.5 Evaluación fitopatológica de las parcelas

### 6.5.1 Anualidad 2023

Se realizaron 9 muestreos a lo largo de la campaña, a posteriori de la aplicación de tratamientos. Se evaluó presencia de mildiu, oídio, black rot y botrytis en hoja y racimo. De los patógenos evaluados solamente se observó incidencia de mildiu en hoja y racimo y de black rot en hoja. No se observó presencia de botrytis en hoja ni en racimo a excepción de la última evaluación del mes de agosto (que se muestra en las representaciones gráficas).

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

En la tabla se indica para cada fecha de evaluación el grado de severidad observado en función del tratamiento 1) aplicación con RAP en emparrado, 2) aplicación con atomizador en emparrado, 3) aplicación con RAP en espaldera y 4) aplicación con atomizador en espaldera)

El grado de severidad ha variado en función de la fecha de evaluación y el tipo de tratamiento, sin embargo los niveles de severidad en los distintos patógenos fue inferior al 2%, lo que indica que las aplicaciones fitosanitarias realizadas han sido adecuadas no conllevando importantes pérdidas de cosecha.

Grado de severidad observado para mildiu y black rot en función del tratamiento y la fecha de evaluación

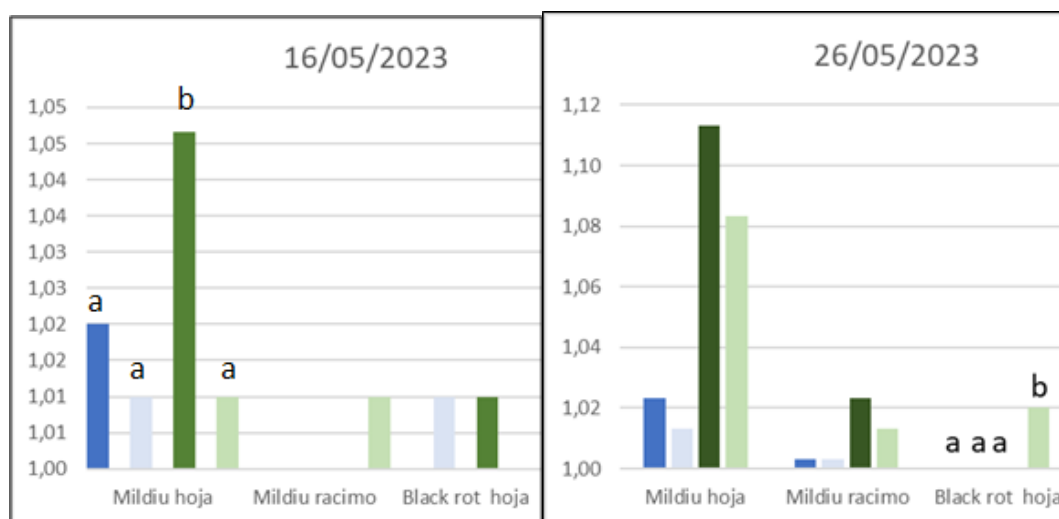
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
16/05/2023	PARRAL-RPA	1,02	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,01
	ESPALDERA-RPA	1,05	1,00	1,01
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,01	1,01	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
26/05/2023	PARRAL-RPA	1,02	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,11	1,02	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,08	1,01	1,02
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
12/06/2023	PARRAL-RPA	1,03	1,01	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,02	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,01	1,01	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
20/06/2023	PARRAL-RPA	1,58	1,04	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,49	1,02	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,08	1,01	1,01
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,10	1,00	1,01
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
27/06/2023	PARRAL-RPA	1,14	1,17	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,15	1,20	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,05	1,02	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,05	1,02	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
05/07/2023	PARRAL-RPA	1,08	1,00	1,01
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,07	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,06	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,03	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
18/07/2023	PARRAL-RPA	1,08	1,09	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,06	1,09	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,04	1,03	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,04	1,03	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
28/07/2023	PARRAL-RPA	1,07	1,02	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,06	1,01	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,04	1,01	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,03	1,01	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
09/08/2023	PARRAL-RPA	1,06	1,01	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,05	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,03	1,01	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,01	1,01	1,00

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

En las siguientes figuras se representa para cada muestreo el grado de severidad de la enfermedad, de los patógenos en los que se ha detectado incidencia. En color azul los valores para las aplicaciones en emparrado (aplicación con RAP (azul oscuro) y con atomizador (azul claro) y en color verde para las de espaldera ((aplicación con RAP (verde oscuro) y con atomizador (verde claro)). Se indican los patógenos en los que se observaron diferencias significativas; letras distintas indican la existencia de diferencias significativas para  $p < 0,05$ .

En el muestreo del 16 de mayo se observó incidencia de mildiu en hoja tanto en el emparrado como en la espaldera, de mildiu en racimo en el tratamiento de aplicación con atomizador en espaldera y black rot en todos los tratamientos a excepción aplicación con RAP en emparrado y la aplicación con atomizador en la formación en espaldera. No se observaron diferencias significativas en los grados de severidad en los tratamientos de la aplicación en espaldera en relación a black rot en hoja y mildiu en racimo. La severidad de mildiu fue significativamente mayor cuando se realizó el tratamiento con RAP en la espaldera frente a la aplicación con atomizador; y es significativamente mayor también frente a las distintas aplicaciones en emparrado.

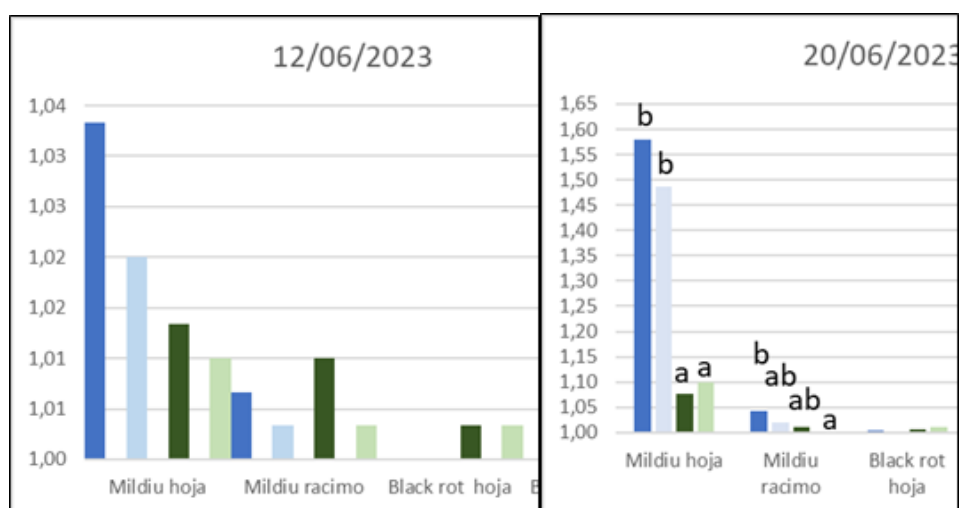


El 26 de mayo se observó incidencia de mildiu en racimo y hoja y de black rot en hoja. No se encontraron diferencias significativas en la severidad de mildiu, si bien se observó una tendencia a mayor severidad tanto en hoja como en racimo en las aplicaciones con RAP tanto en emparrado como en espaldera. Se observaron diferencias significativas en la severidad de black rot en hoja, siendo mayor en la formación en espaldera con aplicación mediante atomizador.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

La visualización de severidad el 12 de junio mostró incidencia de mildiu en hoja y en racimo, aumentando ligeramente la severidad en racimo respecto a la visualización del 26 de mayo. Hecho que también se detectó en black rot, siendo detectado también en las aplicaciones con RAP en la formación en espaldera. No se observaron diferencias significativas en ninguno de los patógenos identificados, si bien se observa una tendencia a mayor severidad en las aplicaciones con RAP tanto en emparrado como espaldera tanto para mildiu presente en hoja como en mildiu presente en racimo. El black rot no se detectó en la formación en emparrado, y en la formación en espaldera mostró similares grados de severidad.



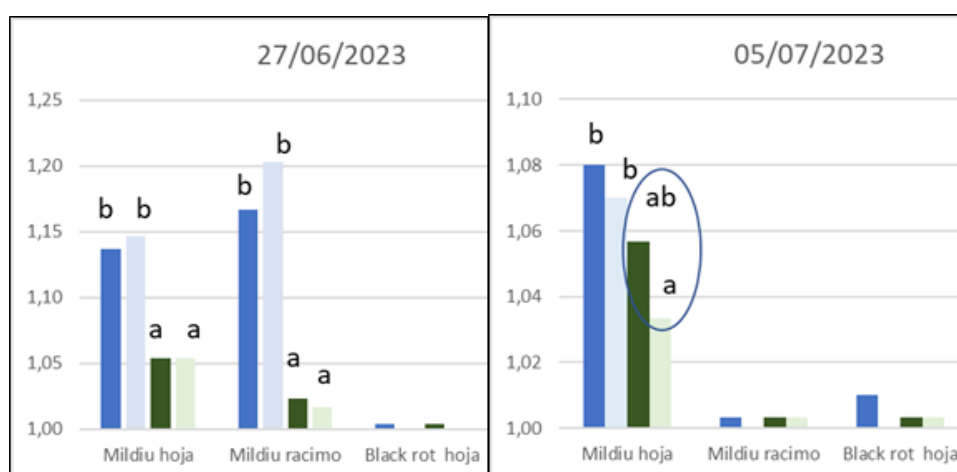
El 20 de junio se detecta un aumento considerable de la severidad de mildiu tanto en hoja como en racimo. Si bien se detecta incidencia de black rot este no muestra diferencia respecto a la visualización precedente. Se observaron diferencias significativas en la severidad de mildiu en hoja, entre las aplicaciones en emparrado y espaldera pero no entre el tipo de aplicación, observándose valores de severidad similares entre la aplicación con RPA y con atomizador. En relación a la severidad de mildiu en racimo, se observaron diferencias significativas entre la aplicación con RPA en emparrado respecto a la aplicación con atomizador en espaldera. No se observaron diferencias entre la aplicación con atomizador en emparrado y aplicación con RPA en espaldera. Si bien se mantiene la tendencia de mayor severidad en emparrado o espaldera con las aplicaciones con RPA.

En las evaluaciones de finales de junio, el 27 de junio, la severidad en racimo ha aumentado con respecto a la visualización del 20 de junio. En relación a la severidad de mildiu tanto en hoja como en racimo, se mantienen las

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

diferencias significativas entre formaciones, siendo mayor en el emparrado que en la espaldera. No se observan diferencias entre el sistema de aplicación, con valores similares para la aplicación con RPA o atomizador tanto en emparrado como espaldera.



El 5 de mayo las diferencias significativas se observaron entre formaciones, siendo mayor en el emparrado fundamentalmente en relación a la aplicación con atomizador; y dentro de las formaciones en la espaldera siendo mayor la severidad en la aplicación con RPA, mientras que en el emparrado no se observaron diferencias entre los dos tipos de aplicaciones.

En la visualización del 18 de julio, se mantienen las diferencias en la severidad de mildiu entre los distintos sistemas de formación. En relación al emparrado se observaron diferencias significativas entre la aplicación con atomizador frente a la aplicación con RPA siendo mayor en este último. No se observaron diferencias entre los tipos de aplicación en la severidad de mildiu observada en racimo. No se observaron diferencias ni entres sistemas de formación ni entre formas de aplicación en la severidad de Black rot.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

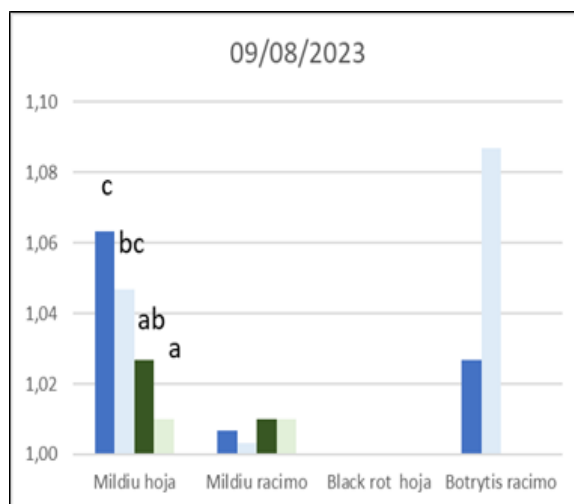


En la visualización del 28 de julio se mantienen las diferencias de severidad a mildiu tanto en hoja como en racimo en relación a las distintas formaciones, siendo mayor en el emparrado. Se observaron diferencias significativas en la severidad a mildiu encontrada entre los dos tipos de aplicaciones en el sistema de formación en emparrado siendo mayor en la aplicación con RPA. No se observaron diferencias entre aplicaciones en la severidad a mildiu observada en el racimo.

La última evaluación se realizó el día 9 de agosto. En esta etapa ya se había iniciado el envero de las bayas. Los valores de severidad de mildiu son similares a la evaluación precedente, manteniéndose el mismo patrón de resultados; diferencias significativas en la severidad de mildiu en hoja entre formaciones, y diferencia dentro de las formaciones con mayor severidad en las aplicaciones con RAP. No se observaron diferencias significativas en la severidad observada en racimo ni entre formaciones ni entre sistemas de aplicación, si bien es de remarcar que presentan la misma tendencia que en hoja.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



En esta evaluación se detectó la presencia de botritis en racimo en las formaciones en emparrado, No se observaron diferencias significativas entre tipos de aplicación.

En la anualidad 2023, se constata que la severidad es mayor en hoja y racimo en la formación en emparrado, a excepción de las dos primeras evaluaciones 16 y 25 de mayo en la que la severidad de mildiu en hoja es superior en la formación en espaldera. Este hecho se explica porque las dos primeras aplicaciones la aplicación con RAP en la espaldera se realizó sobrevolando las líneas, a partir de estas fechas se inició la aplicación sobrevolando por en medio de la calle, con las boquillas orientadas a la espaldera, lo que llevó a una mejora de los resultados de aplicación.

### 6.5.2 Anualidad 2024

En la anualidad 2024 se realizaron 10 evaluaciones. En la tabla se muestran los valores de severidad para los patógenos identificados en cada formación de cultivo y para cada sistema de aplicación.

Grado de severidad observado para mildiu y black rot en función del tratamiento y la fecha de evaluación

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
16/05/2023	PARRAL-RPA	1,00	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,00	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,00	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,00	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
01/06/2024	PARRAL-RPA	1,01	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,00	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,07	1,00	1,01
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,08	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
10/06/2023	PARRAL-RPA	1,04	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,09	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,05	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
15/06/2024	PARRAL-RPA	1,03	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,00	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,04	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,05	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
21/06/2024	PARRAL-RPA	1,03	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,03	1,01	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,03	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
01/07/2024	PARRAL-RPA	1,04	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,07	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,04	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,05	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
21/07/2024	PARRAL-RPA	1,09	1,01	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,05	1,05	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,06	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,07	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
01/08/2024	PARRAL-RPA	1,06	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,08	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,03	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,06	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
07/08/2024	PARRAL-RPA	1,05	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,05	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,04	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,06	1,00	1,00
		Mildiu hoja	Mildiu racimo	Black rot hoja
18/08/2024	PARRAL-RPA	1,05	1,00	1,00
	PARRAL-ATOMIZADOR	1,05	1,00	1,00
	ESPALDERA-RPA	1,02	1,00	1,00
	ESPALDERA-ATOMIZADOR	1,01	1,00	1,00

Si bien se evaluaron los mismos patógenos que en la anualidad 2023, se detectó mildiu en hoja en todas las evaluaciones, mildiu en racimo solo se detectó el 27 de julio. Black rot en racimo, botritis y oídio en hoja y racimo no se detectaron durante la campaña. Los niveles de severidad de mildiu en hoja y racimo han sido inferiores al 5%, por lo que se puede considerar escasos daños en la cosecha, determinados por unas condiciones climáticas menos favorecedoras de la presión de los patógenos. Como anteriormente se mencionó la primavera ha sido lluviosa pero en menor grado que en 2023, y el verano ha sido más seco.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

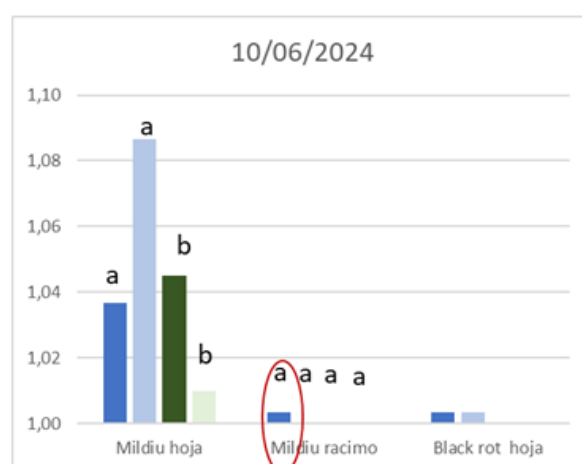
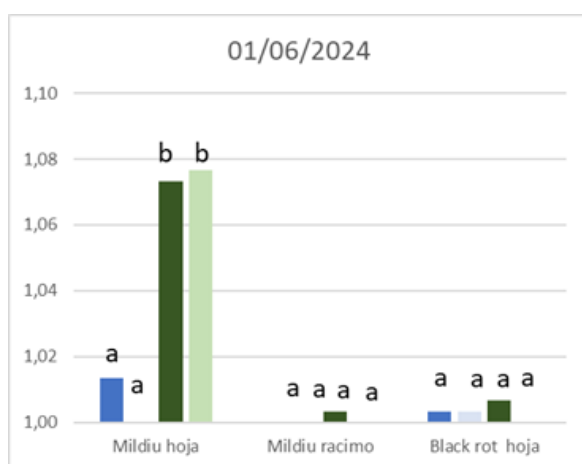
MEMORIA FINAL

En las siguientes figuras se representa para cada muestreo el grado de severidad de la enfermedad, de los patógenos en los que se ha detectado incidencia. En color azul los valores para las aplicaciones en emparrado (aplicación con RAP (azul oscuro) y con atomizador (azul claro) y en color verde para las de espaldera ((aplicación con RAP (verde oscuro) y con atomizador (verde claro)). Se indican los patógenos en los que se observaron diferencias significativas; letras distintas indican la existencia de diferencias significativas para  $p < 0,05$ .

El 1 de junio se observaron los primeros síntomas de mildiu en los viñedos tanto en hoja como en racimo. Según los resultados obtenidos la severidad es significativamente superior en la formación en espaldera que en emparrado, sin existir diferencias en función del sistema de aplicación. Se ha detectado presencia de mildiu en la espaldera con la aplicación mediante RAP.

Se observaron síntomas de Black rot en hoja y racimo en la formación en emparrado y en hoja en la formación en espaldera. No se observaron diferencias significativas, si bien se puede inferir una tendencia a mayor severidad en la espaldera con aplicación de fitosanitarios mediante RAP.

En las evaluaciones del 10 de junio los patrones de severidad de mildiu, muestran diferencias entre formaciones de la planta siendo mayor la severidad de mildiu en hoja en la formación en espaldera cuando se trata de las aplicaciones con RAP y con un efecto contrario en las aplicaciones con atomizador. Sin existencia de diferencias significativas se observó una mayor severidad en la formación en emparrado para mildiu en racimo y para black rot.

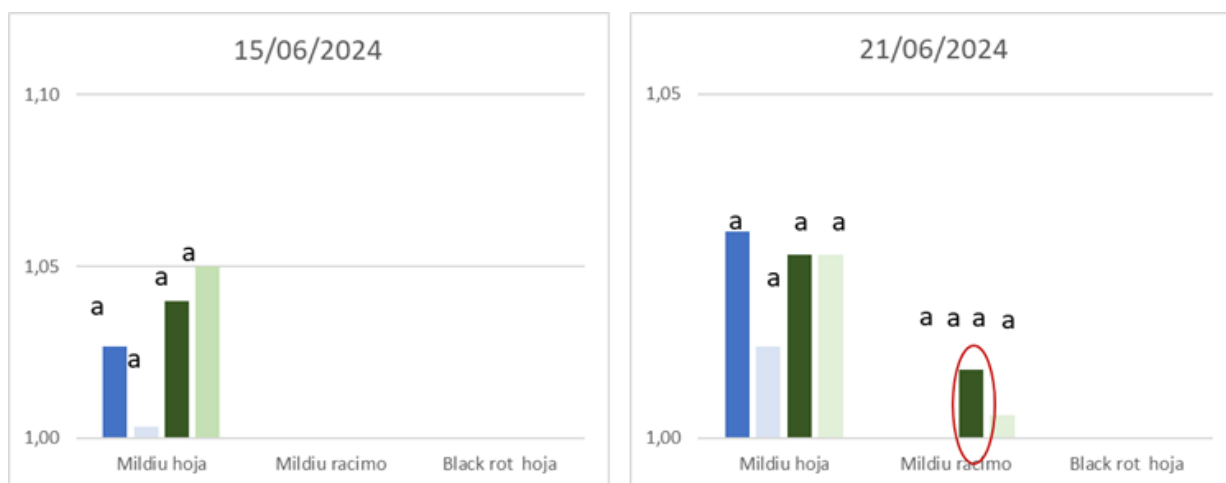


En los muestreos del 15 y 21 de junio, no se observaron diferencias significativas y las tendencias son muy variable. Mayor severidad de mildiu en emparrado con aplicación con RAP, mientras que en formación en espaldera hay una

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

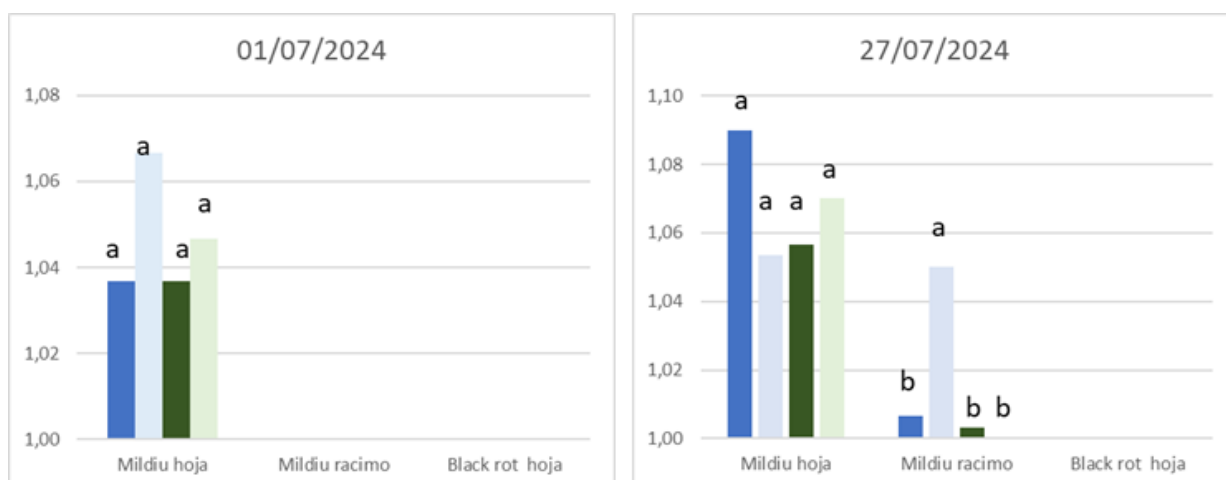
MEMORIA FINAL

ligera mayor severidad en las aplicaciones con atomizador. En relación al mildiu en racimo se observó en la evaluación del 21 de junio, con una tendencia a mayor severidad en la formación en espaldera y con aplicación con RAP.



En la evaluación del 1 de julio el grado de severidad para mildiu en hoja es superior en las aplicaciones con atomizador independientemente del tipo de formación de la planta. En la del 27 de julio es superior en la aplicación con RAP en la formación en emparrado y menor en la formación en espaldera.

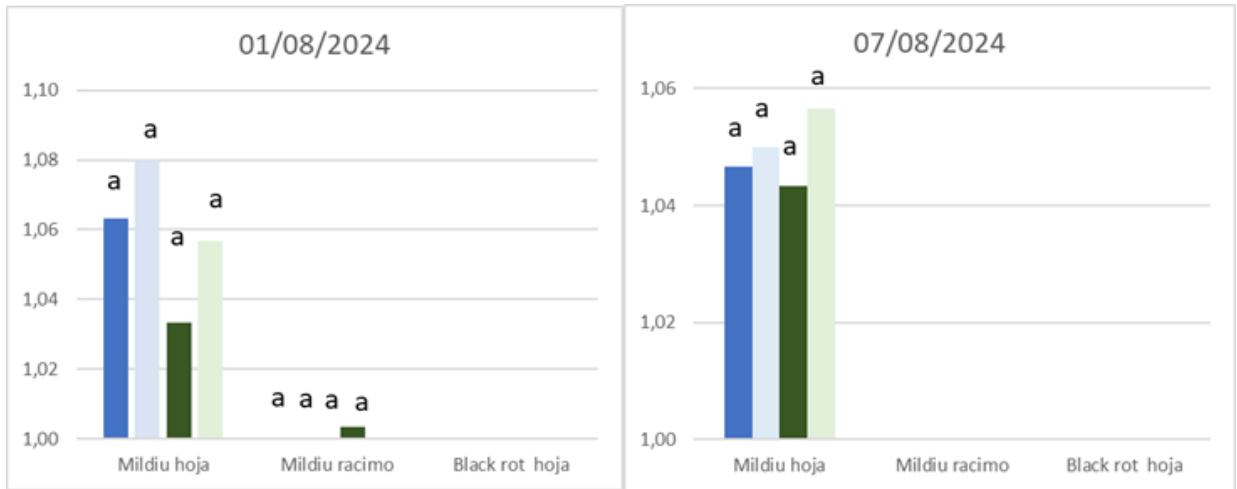
La severidad de mildiu en racimo observada el 27 de julio es mayor en la formación en emparrado sometida a la pulverización con el atomizador frente a los otros tipos de tratamiento.



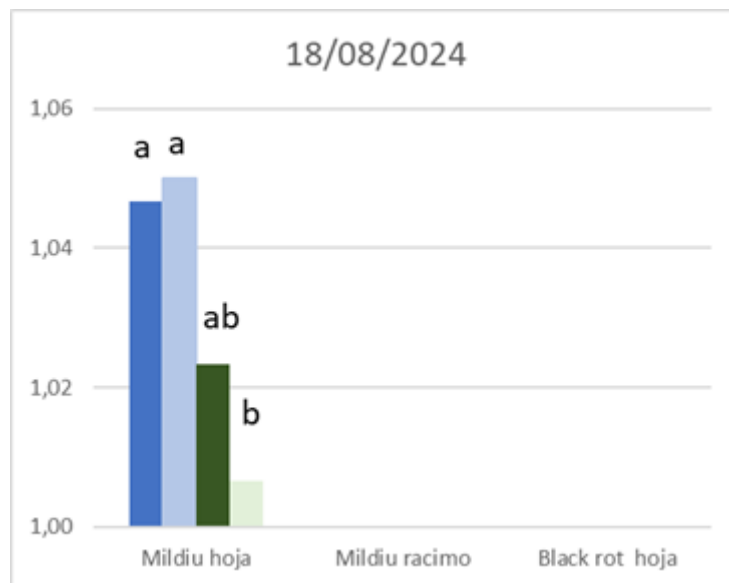
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

En los muestreos del mes de agosto, si bien no existen diferencias significativas se infiere una mayor severidad de mildiu en hoja tanto en emparrado como en espaldera superior en las aplicaciones con atomizador.



En la última evaluación del mes de agosto, se observa diferencias significativas entre la formación en espaldera frente al emparrado, siendo más elevada en esta última. En relación al método de aplicación en la formación en espaldera se observa una mayor severidad de mildiu en hoja en las plantas que se aplicó con RAP.



## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

La severidad observada en los distintos órganos de la vid y en relación a los patógenos mildiu y black rot fue inferior a la observada en el 2023. Este bajo grado de severidad encontrado pudo ser el limitante en la existencia de diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

### 6.6 Alcance foliar de las aplicaciones fitosanitarias: sustancias activas y elementos en hojas

Los resultados obtenidos en las campañas 2023 y 2024 para las sustancias activas y los elementos en hojas, se exponen a continuación. En el momento de redacción de la memoria se encuentra pendiente la recepción de los resultados analíticos de los trabajos ejecutados en la RIAIDT y el IARCUS, por lo que no es posible incorporar los datos relativos al año 2024.

#### 6.6.1 Sustancias activas presentes en los fitosanitarios aplicados:

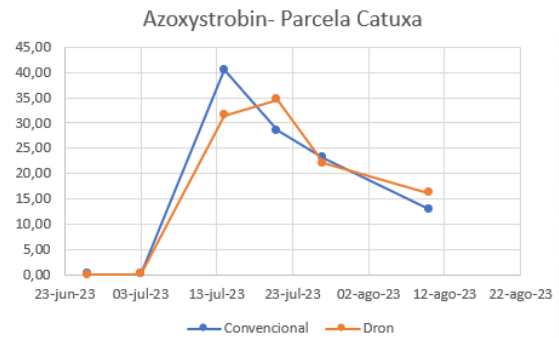
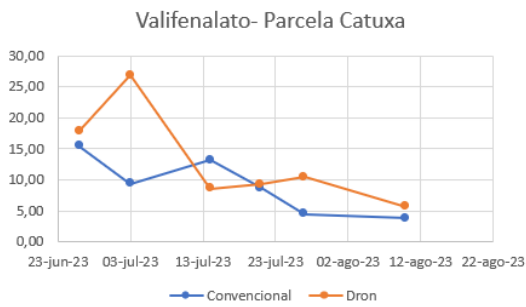
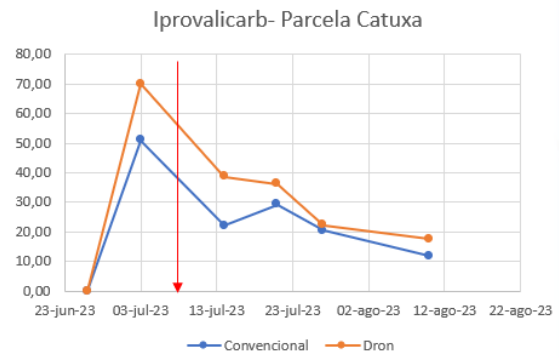
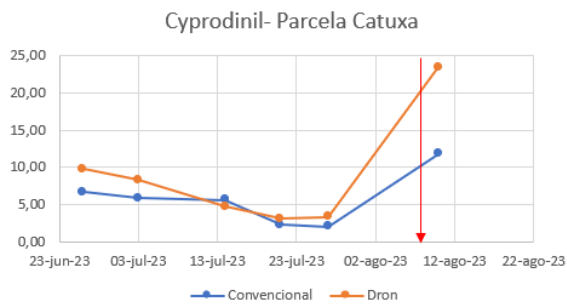
En cuanto a las sustancias activas presentes en los fitosanitarios aplicados, puede verse su evolución en el muestreo realizado pre y post tratamiento en las siguientes figuras. Destacan las sustancias activas Zoxamide y Trifloxystrobin por presentar una evolución diferencial entre distintas conducciones del viñedo, siendo superior en el caso del parral para la Zoxamide aplicado con RPA, e inferior en la espaldera aplicado con RPA.

**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL

Campaña 2023

**Emparrado – Parcela Catuxa**

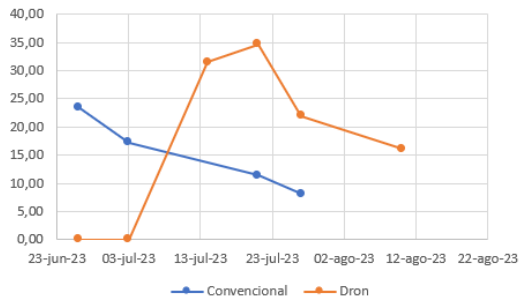


# Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

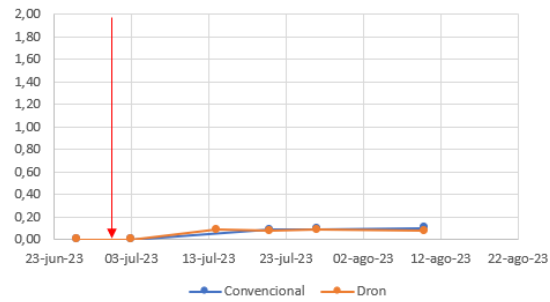
MEMORIA FINAL

## Emparrado – Parcela Catuxa

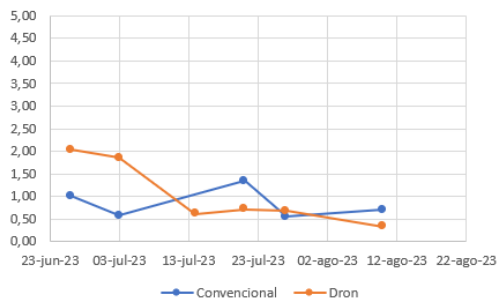
Mandipropamid- Parcela Catuxa



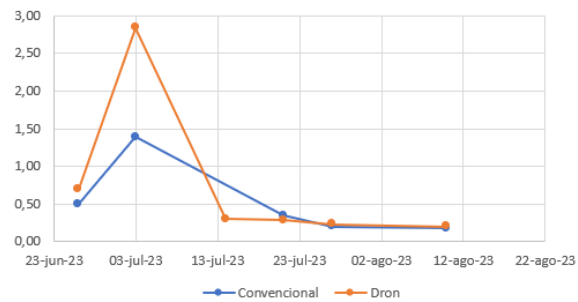
Tetraconazol- Parcela Catuxa



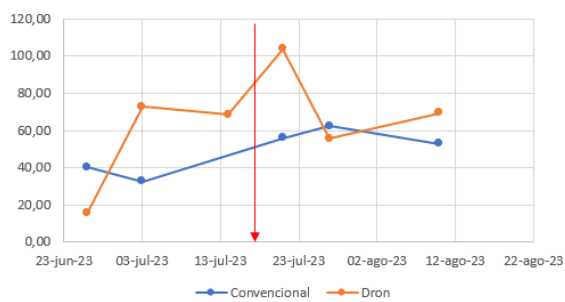
Tebuconazol- Parcela Catuxa



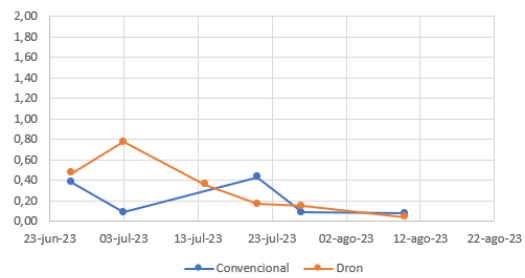
Penconazol- Parcela Catuxa



Zoxamide- Parcela Catuxa



Trifloxystrobin- Parcela Catuxa

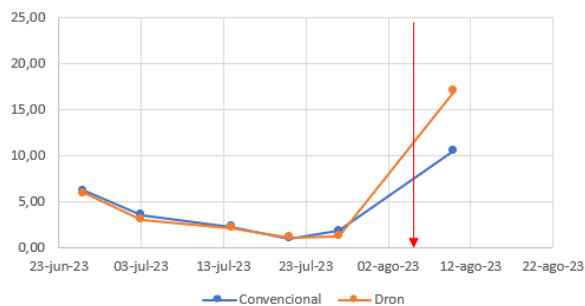


**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

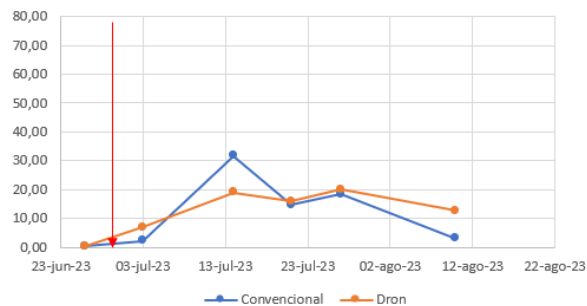
MEMORIA FINAL

**Espaldera – Parcela Portela Nova**

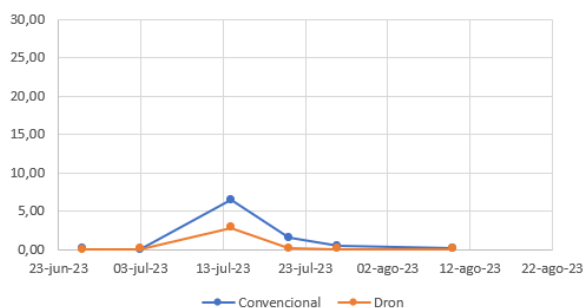
Cyprodinil- Parcela Portela Nova



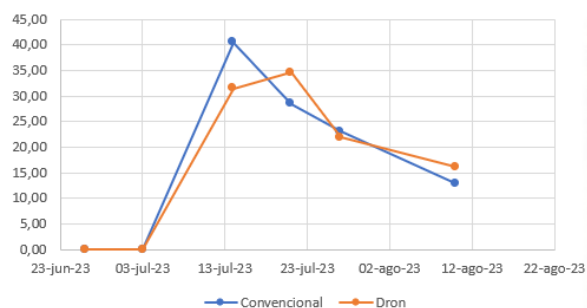
Iprovalicarb- Parcela Portela Nova



Valifenalato- Parcela Portela Nova



Azoxystrobin- Parcela Portela Nova



## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

### Espaldera – Parcela Portela Nova



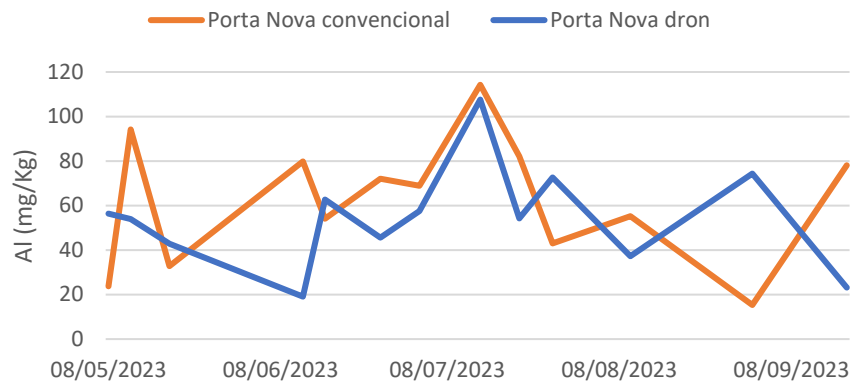
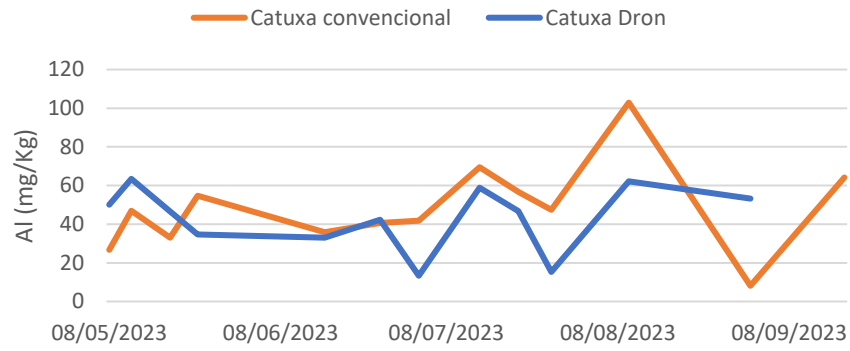
## 6.6.2 Análisis nutricional de elementos foliares del viñedo:

### Campaña 2023

En cuanto al análisis nutricional del viñedo, puede observarse en las siguientes figuras una favorable evolución nutricional en el contenido foliar de las muestras a lo largo de la campaña. En las figuras siguientes se ha señalado en color rojo la fecha de tratamiento de fitosanitario en los elementos presentes en la composición de los mismos.

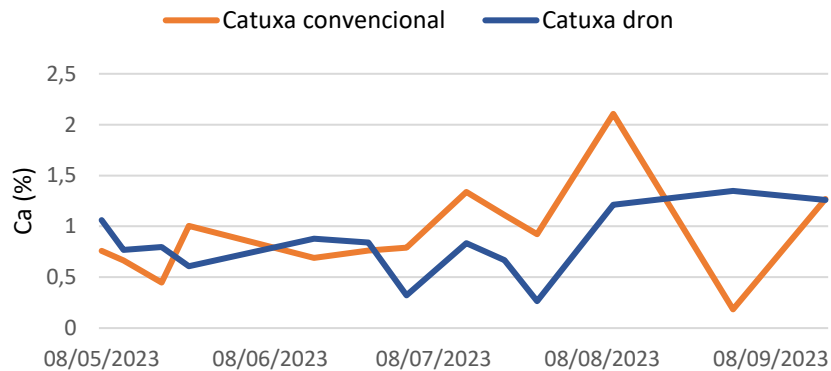
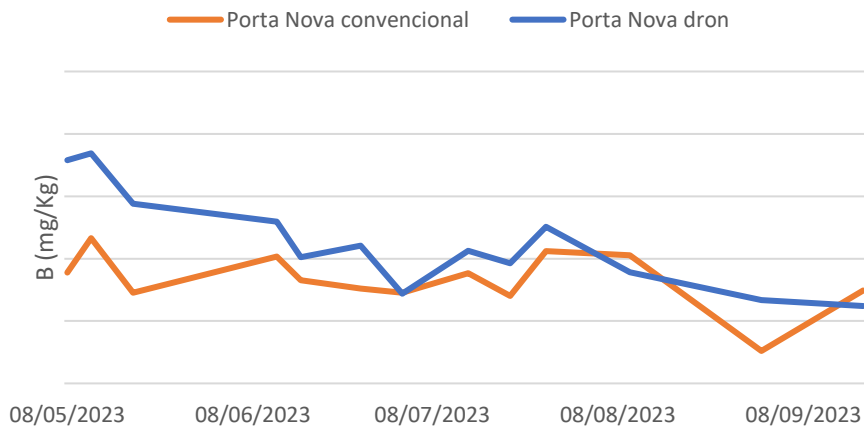
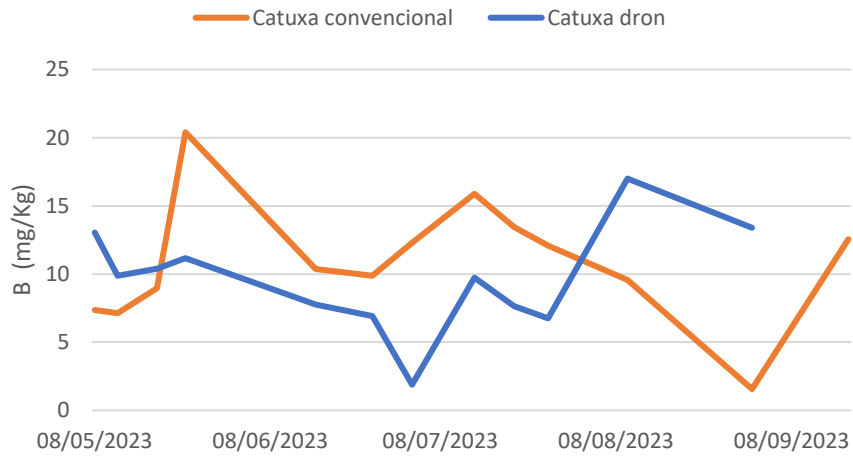
Tratamentos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



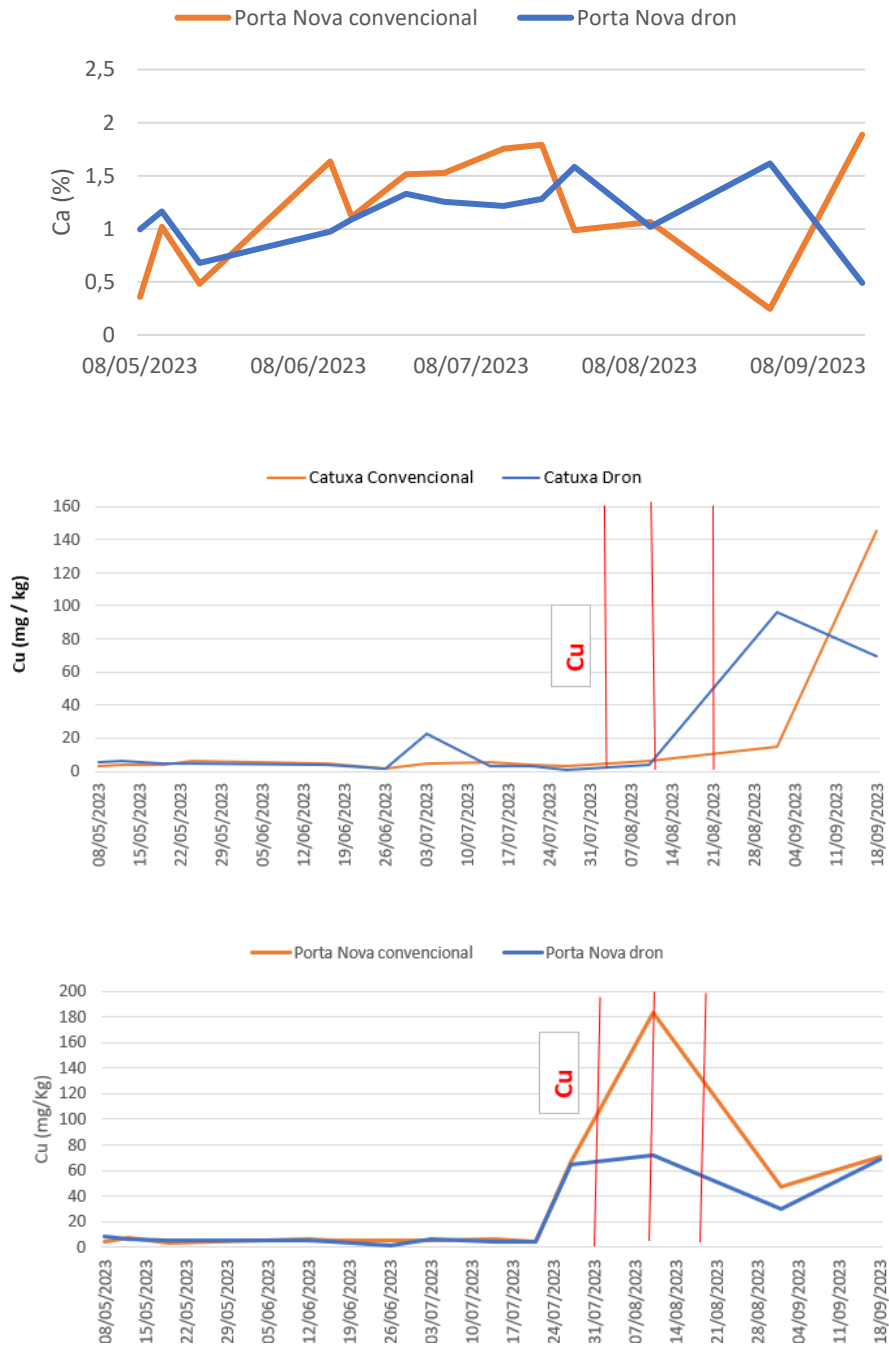
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



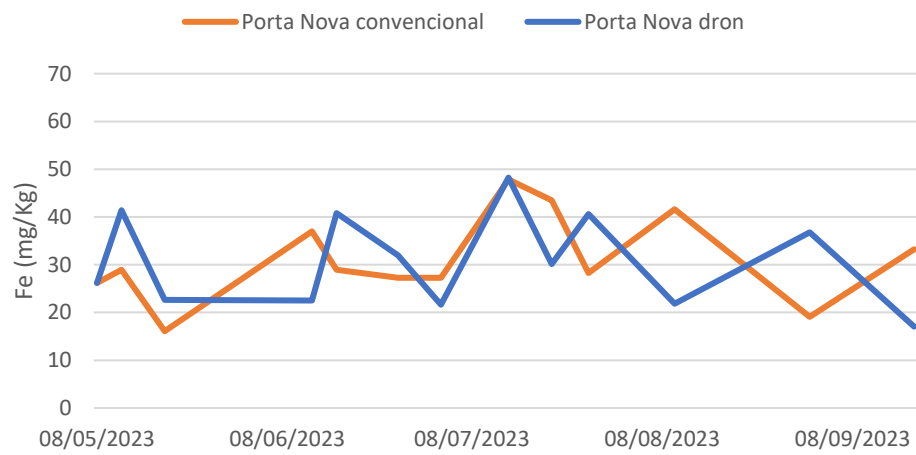
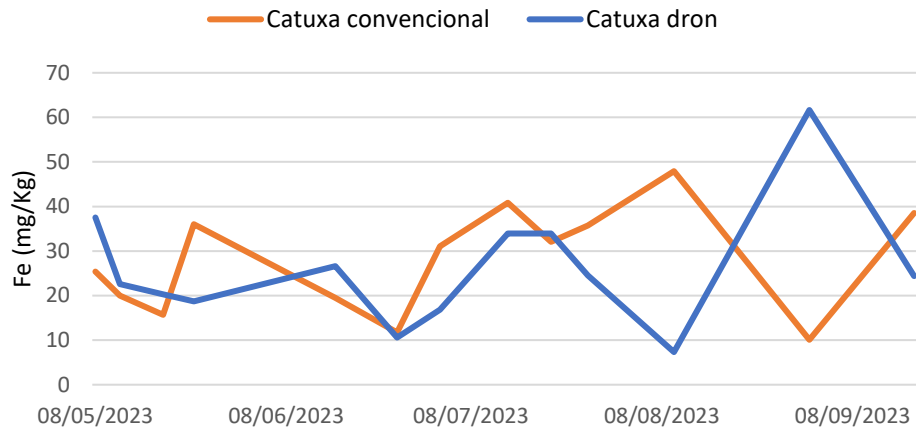
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



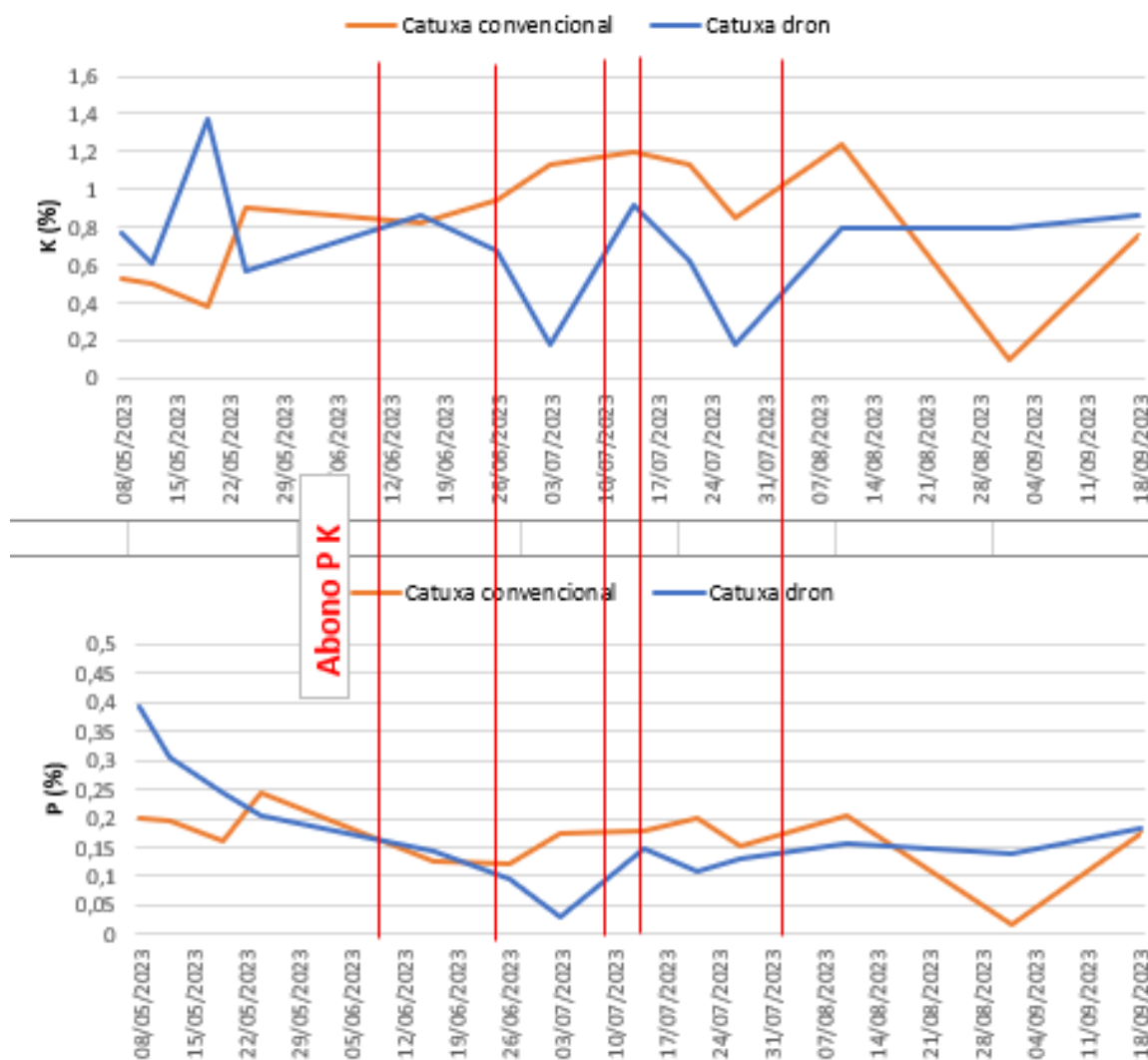
Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



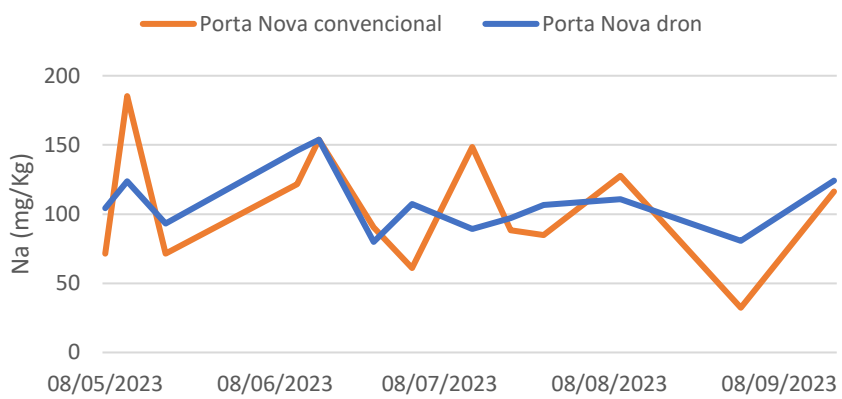
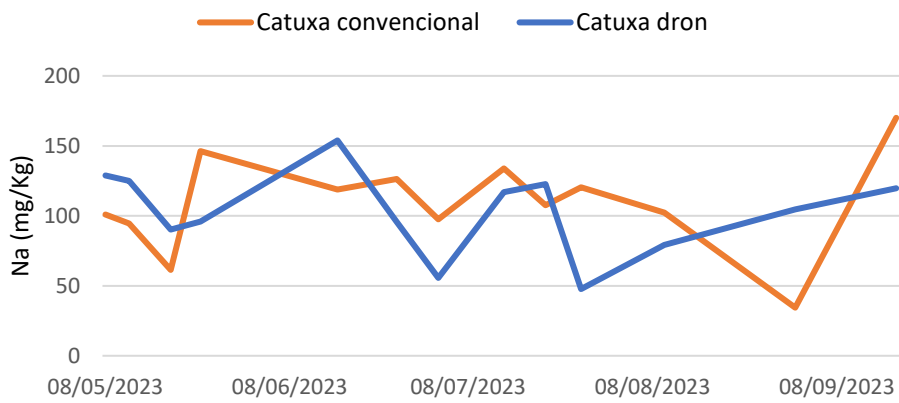
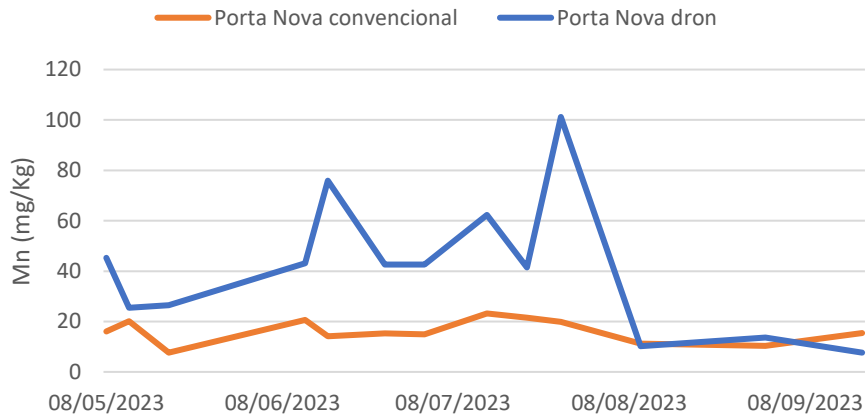
Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



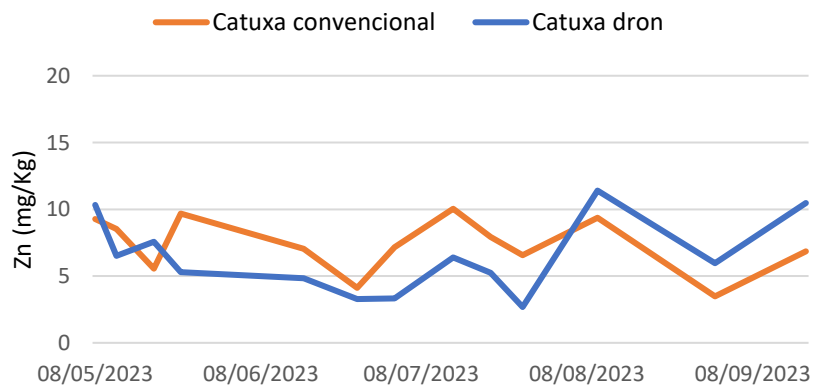
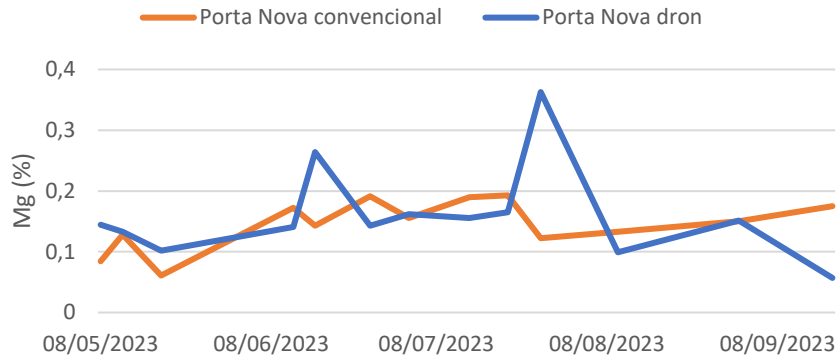
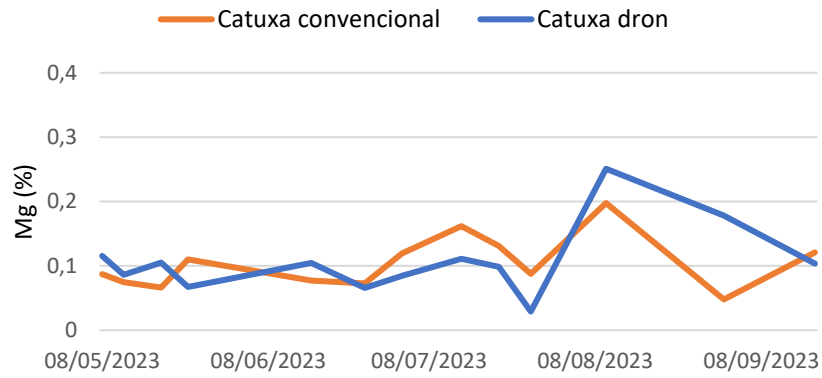
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



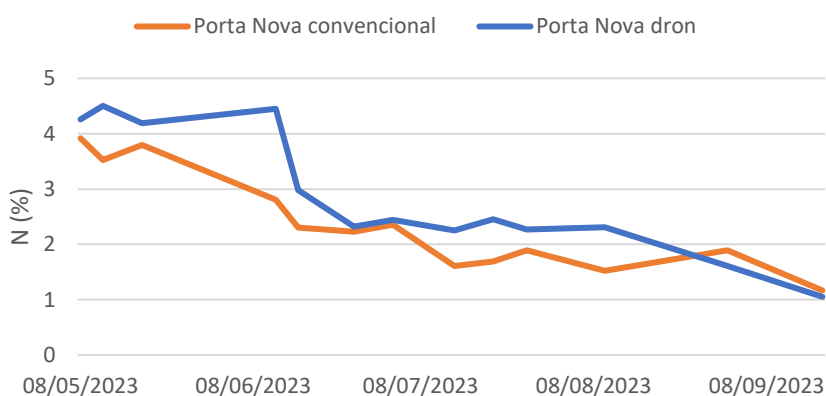
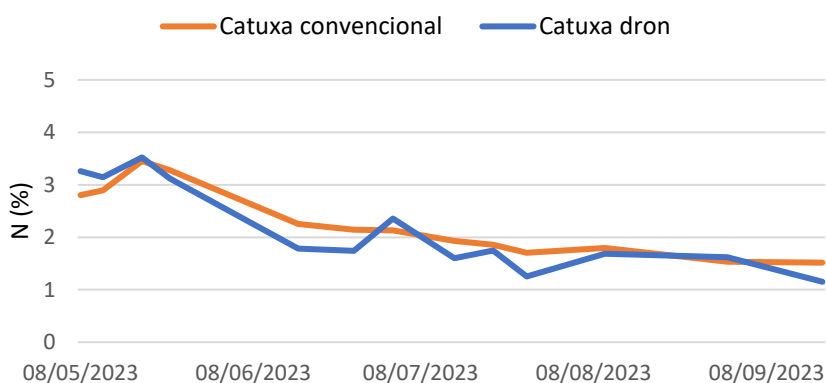
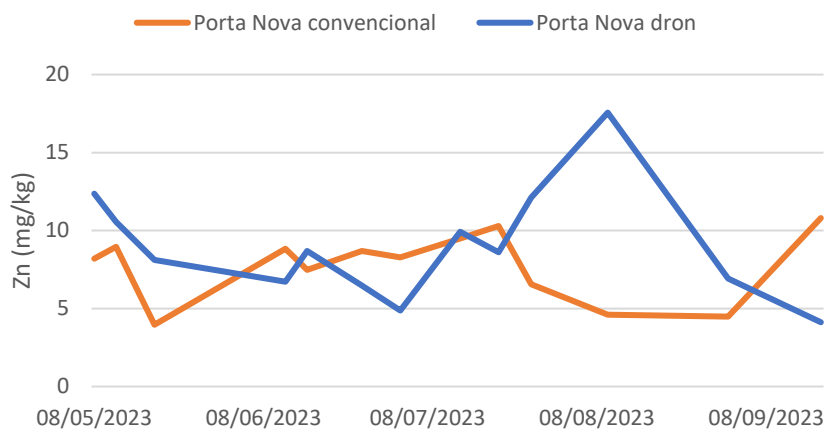
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



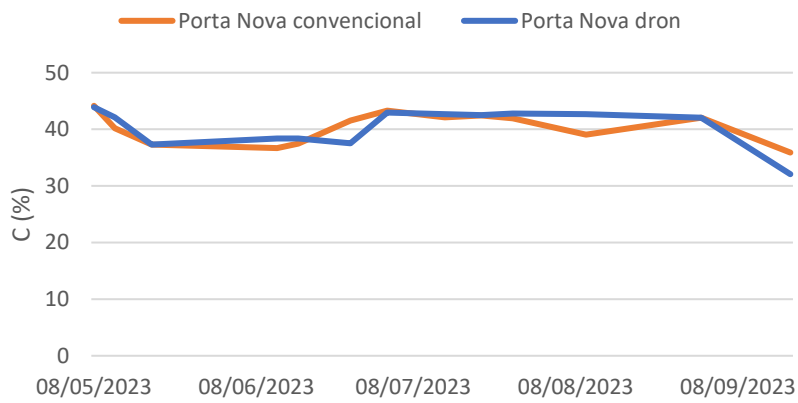
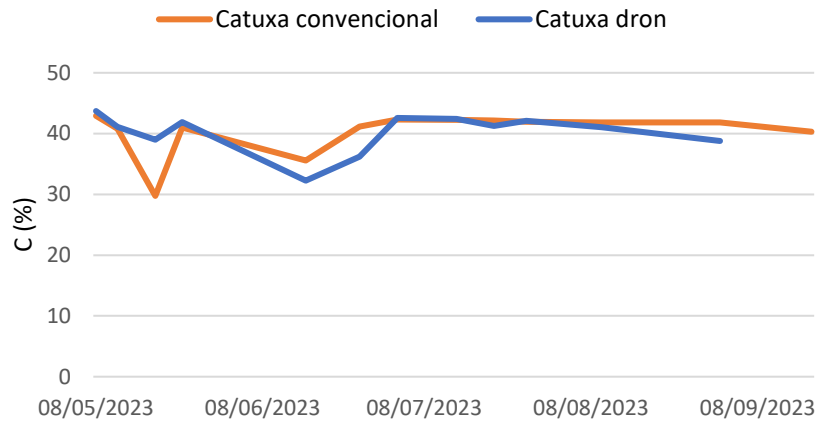
**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL



## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

### 7 Consideraciones finales de carácter general

La aplicación de tratamientos fitosanitarios con RPA son una alternativa muy interesante a los métodos de aplicación tradicional.

Los valores que se pueden sacar de los tratamientos efectuados son los siguientes:

La velocidad del RPA: 6-7 km/h

Altura del RPA para la aplicación: 5 metros con respecto al suelo

Boquillas empleadas según el sistema de conducción:

Tipo boquilla	Tipo de conducción	Colocación RPA	Superficie por Hora	Superficie por vuelo	Consumo agua	Superficie aplicada por día
<b>Espejo</b>	Espaldera	Calle	1 Ha/h	1000 m	100 L/Ha	8 Ha
<b>Turbulencia</b>	Emparrado	Fila	1,2 Ha/h	1.200 m	80 L/Ha	9,6 Ha

Esto nos indica una reducción del tiempo de aplicación, la reducción del consumo de agua en cada aplicación, no exponer al personal aplicador al contacto directo y continuo con los productos fitosanitarios y a la reducción del coste económico en cada aplicación.

Con respecto al coste económico, se reduce en mano de obra, en producto fitosanitario empleado y la maquinaria:

- COSTOS RPA VS TRACTOR (EJEMPLO PARA TRATAR 25 HA)

	RPA	TRACTOR
JORNADA DE TRABAJO	1,6 DÍAS	5 DÍAS
COSTE TRATAMIENTO (maquinaria, personal, fitosanitarios)	715 €	8717,67 €
CONSUMO DE AGUA	2.500L	25.000L

## Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

Los resultados obtenidos no mostraron importantes diferencias significativas entre el sistema de aplicación utilizado, aplicación con RPA y con atomizador. En alguna de las evaluaciones se observó diferencia entre la severidad observada entre el sistema de cultivo en emparrado frente a la espaldera, si bien el grado de severidad varió en función de la época de muestreo.

La aplicación de productos fitosanitarios con RPA o métodos convencionales no ha mostrado diferencias significativas en cuanto a las cantidades de nutrientes y sustancias activas presentes en las hojas, por lo que se valida la aplicación de los productos en viñedo tanto en parral como espaldera.

## 8 Divulgación

### 8.1 Jornadas de divulgación

Se realizaron dos jornadas de divulgación una en la anualidad 2023 y otra en la anualidad 2024.



**Tratamientos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



# Tratamentos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño

MEMORIA FINAL

**TRATAMENTOS FITOSANITARIOS EN VIÑEDO CON RPA NA DO RÍAS BAIXAS EN DOUS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN E NA VARIEDADE ALBARIÑO**

5 de Setembro de 2024  
10:00 – 13:00 H  
ADEGAS VALMIÑOR  
Barrio Portela, Estrada A Guarda – Tui. 36760 O Rosal, Pontevedra

**PROGRAMA**

**10:00 h - Adegas Valmiñor.** Presentación FITODRON (FEADER022/35A)

**10:30 h - FORTOP.** Adaptación dun RPA para a aplicación de produtos fitosanitarios na DO Rías Baixas

**11:00 h – AGACAL, EVEGA.** Eficiencia de aplicación de fitosanitarios con tratamento convencional fronte a RPA

**11:15 h - Campus Terra-USC-PROEPLA.** Alcance eñar das aplicacións fitosanitarias: substancias activas e elementos en follas

**11:45 h** Demostración de aplicación de fitosanitarios con RPA nos viñedos da Adegas Valmiñor

**ORGANIZA**

AGACAL, EVEGA, AGENCIA GALEGA DA CALIDADE ALIMENTARIA, USC, FORTOP

Proyecto beneficiario das axudas para o apoio de proxectos piloto, desenvolvemento de novos produtos, prácticas, procesos e tecnoloxías no ámbito agroforestal, cofinanciadas co Fondo Europeo Agrícola de Desenvolvemento Rural (FEADER) no marco do Programa de desenvolvemento rural (PDR) de Galicia 2014-2020.

XUNTA DE GALICIA, CONSILLERÍA DE ECONOMÍA, UNIÓN EUROPEA



**Tratamentos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de condución e na variedade Albariño**

MEMORIA FINAL



## 9 Referencias bibliográficas utilizadas en la redacción del proyecto.

BIRD, S. L., ESTERLY, D. M., PERRY, S.G. (1995). OFF-TARGET DEPOSITION OF PESTICIDES FROM AGRICULTURAL AERIAL SPRAY APPLICATIONS. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL QUALITY, 25(5): 1095–1104.

DENG, W., HE, X. K., DING, W. M. (2009). DROPLET SIZE AND SPRAY PATTERN CHARACTERISTICS OF PWM-BASED CONTINUOUSLY VARIABLE SPRAY. INT J AGRIC ENG, 2(1): 8–18.

FAICAL, B. S., G. PESSIN, G. P. R. FILHO, A. C. P. L. F. CARVALHO, P. H. GOMES, AND J. UYAMA (2016). 'FINE-TUNING OF UAV CONTROL RULES FOR SPRAYING PESTICIDES ON CROP FIELDS: AN APPROACH FOR DYNAMIC ENVIRONMENTS', INTERNATIONAL JOURNAL ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS, 25.

HE, X. K. (2010). THE OPPORTUNITY AND CHALLENGE OF PESTICIDE APPLICATION FOR AGRICULTURE AND HORTICULTURE IN CHINA. INTERNATIONAL ADVANCES IN PESTICIDE APPLICATION, 99: 157–164.

HUANG, Y. B., S. J. THOMSON, H. J. BRAND, AND K. N. REDDY (2016). 'DEVELOPMENT AND EVALUATION OF LOWALTITUDE REMOTE SENSING SYSTEMS FOR CROP PRODUCTION MANAGEMENT', INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING, 9: 1-11.

HUANG, Y. B., HOFFMANN, C., FRITZ, B., LAN, Y. B. (2008). DEVELOPMENT OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE-BASED SPRAY SYSTEM FOR HIGHLY ACCURATE SITE-SPECIFIC APPLICATION. ASABE MEETING PRESENTATION. PAPER NUMBER: 083909.

KALE, S.D., KHANDAGALE, S.V., GAIKWAD, S.S. (2015). AGRICULTURE DRONE FOR SPRAYING FERTILIZER AND PESTICIDES. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCE RESEARCH IN COMPUTER SCIENCE AND SOFTWARE ENGINEERING 5(12).

KULKARNI, S.R., MOHAN FUTANE, H.N. (2015) FABRICATION OF PORTABLE FOOT OPERATED AGRICULTURAL FERTILIZERAND PESTICIDES SPRAYING PUMP. INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH AND TECHNOLOGY, 4(7).

<b>Tratamentos fitosanitarios en viñedo con RPA na D.O. Rías Baixas en dous sistemas de conducción e na variedade Albariño</b>	
	<b>MEMORIA FINAL</b>

LEE, J. P. (2012). FUTURE UNMANNED SYSTEM DESIGN FOR RELIABLE MILITARY OPERATIONS” INTERNATIONAL JOURNAL OF CONTROL AND AUTOMATION, 5(3):173.

RAUT, L.P., JAISWAL, S.B., MOHITE, N. (2013).DESIGN, DEVELOPMENT AND FABRICATION OF AGRICULTURAL PESTICIDES SPRAYER WITH WEEDER. INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED RESEARCH AND STUDIES, 2(11).