

SUBVENCIONES DIRIGIDAS AL FUNCIONAMIENTO DE GRUPOS OPERATIVOS DE LA AEI
CONVOCATORIA 2020
Orden de 30 de Julio de 2020



Línea 1: Operación 16.1.2. Ayudas al funcionamiento de los grupos operativos de la AEI.

INFORME FINAL

N.º EXPEDIENTE: GOPG-SE-20-0002

1. **TÍTULO DEL PROYECTO:** MILDRON
2. **Fecha Inicio proyecto:** 3. **09/01/2023** 4. **Fecha Finalización:** 5. **08/01/2025**
6. **Periodo que abarca el informe:** 7. **09/01/2023** 8. **hasta** 9. **08/01/2025**

ENTIDAD SOLICITANTE: ASOCIAFRUIT

NIF: G41066630

Domicilio/Razón Social: Avda. de Málaga, 16-1C

Teléfono: 954 424 298 **Código Postal:** 41004

Correo Electrónico: asociafruit@asociafruit.com

PERSONA REPRESENTANTE: Francisco Javier López-Esparza García

REPRESENTANTE:

NIF: 28907050Y

Domicilio/Razón Social: Avda. de Málaga, 16-1C

Teléfono: 954 424 298 **Código Postal:** 41004

Correo Electrónico: asociafruit@asociafruit.com



COMPOSICIÓN DEL GRUPO OPERATIVO

Miembros de la agrupación (beneficiarios):

- **Miembro 1.** ASOCIAFRUIT; G41066630; a.6
- **Miembro 2.** UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA; Q1418001B; b.1
- **Miembro 3.** ALLTITUD, S. L.; B90405382; b.7
- **Miembro 4.** CONTAGRI, S. L.; B91360396; a.2
- **Miembro 5.** SEVILLANA DE PATATAS, S. L.; B91109199; a.2

DESARROLLO DEL PROYECTO

FASE DOCUMENTAL

Actuación 0. Delimitación parcelas explotaciones participantes

Responsable: Universidad de Córdoba

Participantes: Asociafruit, Contagri, S.L. y Sevillana de Patatas, S. L.

Grado de ejecución: 100%

Fechas de desarrollo: enero de 2023

Duración: 1 meses

Descripción de las actuaciones realizadas

Como punto de partida para el desarrollo de esta acción, las empresas Contagri S.L. y Sevillana de Patatas S.L. facilitaron a la Universidad de Córdoba (UCO) los códigos SIGPAC de los recintos de interés para el desarrollo del proyecto. Para ello se organizó por parte de Asociafruit una primera reunión a fecha 12 de enero de 2023 para, con la colaboración de todas las partes, determinar los primeros pasos a seguir por el Grupo Operativo, entre los que estaban la comunicación de las parcelas a la UCO para el comienzo de los trabajos. No obstante, las heladas acaecidas durante este primer mes de trabajos del Grupo Operativo y, posteriormente, las malas condiciones para la aparición de Mildiu por las escasas lluvias en primavera, hicieron necesario cambiar las parcelas inicialmente previstas. Para ello se celebró una segunda reunión a finales de enero junto con un seguimiento continuo de las condiciones en las distintas parcelas a lo largo del

período sensible. A finales de mayo se informó a la Consejería de estos cambios, añadiendo las nuevas parcelas.

Con las fincas concretadas, los trabajos desarrollados por la UCO consistieron en primer lugar en localizar y descargar las geometrías de los recintos agrícolas en formato *shapefile* a través del servicio web del Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) localizado en <https://sigpac.mapa.gob.es/fega/visor/>. Las incidencias de codificación se subsanaron al objeto de tener al final de la acción la base de datos completa de recintos de interés.

En una segunda etapa se unieron en un único *shapefile* todos los recintos descargados de tal forma que se obtuviera una base de datos geográfica completa que sirviera de entrada como fuente de datos para las sucesivas actuaciones del proyecto.

Los sistemas de referencia de coordenadas considerados han sido dos, concretamente ETRS89 proyección UTM huso 30 y huso 29 (códigos EPSG:25830 y EPSG:25829 respectivamente) al encontrarse los recintos de trabajo en dos husos UTM diferentes. Esto posteriormente debió ser tenido en cuenta a la hora del procesado de las imágenes en acciones sucesivas.

Se ha realizado un control visual de los recintos descargados con objeto de identificar las posibles zonas de borde, posteriormente se ha aplicado un *buffer* interior de 15 metros, que se eliminará cuando se determinen las métricas de los índices de vegetación de las escenas de satélite necesarios en las siguientes acciones.

Antecedentes

El mildiu altera la estructura y función de las hojas, lo que cambia sus propiedades espectrales, pudiendo detectarse mediante índices de vegetación y técnicas de análisis espectral. Índices de vegetación como NDVI presentan una disminución de su valor en plantas infestadas debido a la reducción en la actividad fotosintética y la pérdida de clorofila. Esto se observa a través de la disminución de la reflectancia en el rango del infrarrojo cercano (NIR) y un aumento en el rojo, siendo adecuado el uso de sensores multiespectrales.

De este modo, cualquier enfermedad que cause suficientes cambios morfológicos y fisiológicos en los cultivos puede ser un buen candidato para la detección mediante teledetección. Como ejemplo

temprano, a finales de la década de 1920, se utilizó una cámara convencional basada en película embarcada en un avión para fotografiar parcelas de algodón infestados por pudrición radicular, una enfermedad transmitida por el suelo causada por el hongo *Phymatotrichopsis omnivora* [1]. Desde entonces, se han realizado numerosos estudios sobre el uso de imágenes remotas para identificar enfermedades de cultivos, que generalmente se agrupan en cuatro tipos principales: transmitidas por el aire, por insectos, por semillas y por el suelo [2]. Los sistemas de imágenes aerotransportadas con cámaras multiespectrales e hiperespectrales se han utilizado durante varias décadas para detectar y mapear enfermedades de cultivos. Se demostró la viabilidad de la videografía color-infrarroja (CIR) aerotransportada para detectar la pudrición radicular por *Phymatotrichum* en algodón [3] y nematodos agalladores en kenaf [4]. Las imágenes digitales multiespectrales aerotransportadas se evaluaron para detectar la pudrición del pie por *Phytophthora* en huertos de cítricos [5] o el tizón tardío en campos de tomate [6]. Por otro lado, empleando sensores hiperespectrales aerotransportadas se evaluaron para identificar la roya amarilla en trigo [7] o la enfermedad del enrollamiento de la hoja en la vid [8], entre otros casos.

También se ha evaluado el uso de imágenes satelitales para mapear enfermedades de cultivos. Las imágenes de Landsat, incluso con una resolución espacial de 30 m, fueron capaces de mapear infestaciones severas de la enfermedad del pie negro en trigo [9]. Los avances en los sensores satelitales han mejorado significativamente la resolución espacial de las imágenes. Las imágenes del satélite QuickBird se utilizaron para detectar el mildiú y la roya de la hoja en el trigo de invierno, logrando altas precisiones en infecciones severas en etapas tardías del crecimiento [10] o la pudrición basal del tallo en palmas de aceite [11]. Por otro lado, las imágenes del satélite SPOT 6 se usaron para mapear el mildiú polvoriento en trigo de invierno en múltiples regiones [12]. Más recientemente, se han evaluado los sistemas de aeronaves no tripuladas para la detección de enfermedades de cultivos como el enverdecimiento de los cítricos [13], la enfermedad de la vid *Flavescence dorée* [14], y la pudrición de la raíz en la alfalfa [15].

Aunque tanto las imágenes aerotransportadas como las satelitales se han utilizado con éxito para detectar y mapear muchas enfermedades de los cultivos, la detección temprana sigue siendo un desafío. En la mayoría de los casos, cuando las imágenes de teledetección pueden revelar síntomas de enfermedad, el daño ya puede haberse producido en el cultivo. Esta detección tardía puede ser lo suficientemente temprana para reducir daños adicionales mediante ciertas medidas en algunos cultivos; para otros, puede ser demasiado tarde para detener la infección en la temporada de crecimiento actual. De hecho, la teledetección se ha utilizado comúnmente para estimar la extensión y gravedad del daño causado por la enfermedad. Además, las imágenes obtenidas en la temporada de crecimiento actual pueden utilizarse para la gestión de enfermedades recurrentes, como la pudrición radicular del algodón, en futuras temporadas de cultivo.

En el caso concreto del cultivo de la patata papa (*Solanum tuberosum* L.), este se ve afectado por múltiples problemas fitosanitarios que pueden variar según las regiones biogeográficas donde se siembra. La afección en el cultivo difiere de los desórdenes o enfermedades previamente reportadas en cultivos de patata [16-17], debido a sus síntomas y desarrollo en las plantas afectadas, afectando negativamente el rendimiento de los cultivos y la calidad de la producción [18]. Los principales síntomas están asociados con una reducción en la rigidez del tallo, amarillamiento de las hojas inferiores en etapas tardías y madurez temprana de la planta [18].

La base para una adecuada gestión de enfermedades en las plantas debe comenzar con la detección temprana en el cultivo [19]. El desarrollo de condiciones de estrés biótico o abiótico desencadena alteraciones fisiológicas o cambios bioquímicos en las plantas que pueden ser detectados mediante diferentes tipos de sensores [20-22]. En los últimos años, se han introducido técnicas de detección temprana de agentes causantes de enfermedades mediante el uso de sensores [20]. El uso de estos dispositivos ha sido reportado en sistemas de producción de patata para la detección de enfermedades [23, 24]. Además, cámaras multiespectrales a bordo de vehículos aéreos no tripulados han introducido un enfoque novedoso para la evaluación rápida y precisa del nivel de enfermedades en los cultivos. En la patata, la incidencia y los niveles tempranos de severidad de enfermedades han sido medidos utilizando este enfoque novedoso [25-26].

Referencias:

1. Taubenhuis, J. J., Ezekiel, W. N., & Neblette, C. B. (1929). Airplane photography in the study of cotton root rot.
2. Myers, V. I. (1983). Remote sensing applications in agriculture.
3. Nixon, P. R., Escobar, D. E., & Bowen, R. L. (1987, April). A multispectral false-color video imaging system for remote sensing applications. In Proc. 11th Biennial Workshop on Color Aerial Photography and Videography in the Plant Sciences and Related Fields (pp. 295-305).
4. Cook, C. G., Escobar, D. E., Everitt, J. H., Cavazos, I., Robinson, A. F., & Davis, M. R. (1999). Utilizing airborne video imagery in kenaf management and production. *Industrial Crops and Products*, 9(3), 205-210.
5. Fletcher, R. S., Skaria, M., Escobar, D. E., & Everitt, J. H. (2001). Field spectra and airborne digital imagery for detecting phytophthora foot rot infections in citrus trees. *HortScience*, 36(1), 94-97.
6. Fletcher, R. S., Skaria, M., Escobar, D. E., & Everitt, J. H. (2001). Field spectra and airborne digital imagery for detecting phytophthora foot rot infections in citrus trees. *HortScience*, 36(1), 94-97.

7. Huang, W., Lamb, D. W., Niu, Z., Zhang, Y., Liu, L., & Wang, J. (2007). Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precision Agriculture*, 8, 187-197.
8. Lu, J., Zhou, M., Gao, Y., & Jiang, H. (2018). Using hyperspectral imaging to discriminate yellow leaf curl disease in tomato leaves. *Precision agriculture*, 19, 379-394.
9. Chen, X., Ma, J., Qiao, H., Cheng, D., Xu, Y., & Zhao, Y. (2007). Detecting infestation of take - all disease in wheat using Landsat Thematic Mapper imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 28(22), 5183-5189.
10. Santoso, H., Gunawan, T., Jatmiko, R. H., Darnosarkoro, W., & Minasny, B. (2011). Mapping and identifying basal stem rot disease in oil palms in North Sumatra with QuickBird imagery. *Precision Agriculture*, 12, 233-248.
11. Santoso, H., Gunawan, T., Jatmiko, R. H., Darnosarkoro, W., & Minasny, B. (2011). Mapping and identifying basal stem rot disease in oil palms in North Sumatra with QuickBird imagery. *Precision Agriculture*, 12, 233-248.
12. Yuan, L., Pu, R., Zhang, J., Wang, J., & Yang, H. (2016). Using high spatial resolution satellite imagery for mapping powdery mildew at a regional scale. *Precision Agriculture*, 17, 332-348.
13. Garcia-Ruiz, F., Sankaran, S., Maja, J. M., Lee, W. S., Rasmussen, J., & Ehsani, R. (2013). Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees. *Computers and Electronics in Agriculture*, 91, 106-115.
14. Albetis, J., Duthoit, S., Guttler, F., Jacquin, A., Goulard, M., Poilvé, H., ... & Dedieu, G. (2017). Detection of Flavescence dorée grapevine disease using unmanned aerial vehicle (UAV) multispectral imagery. *Remote Sensing*, 9(4), 308.
15. Mattupalli, C., Moffet, C. A., Shah, K. N., & Young, C. A. (2018). Supervised classification of RGB aerial imagery to evaluate the impact of a root rot disease. *Remote sensing*, 10(6), 917.
16. Shattock, R. (2002). *Compendium of potato diseases*, WR Stevenson.
17. Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Peru*. International Potato Center.
18. Ramírez-Gil, J. G., & Morales-Osorio, J. G. (2018). Microbial dynamics in the soil and presence of the avocado wilt complex in plots cultivated with avocado cv. Hass under ENSO phenomena (El Niño–La Niña). *Scientia Horticulturae*, 240, 273-280.
19. Miller, S. A., Beed, F. D., & Harmon, C. L. (2009). Plant disease diagnostic capabilities and networks. *Annual review of phytopathology*, 47(1), 15-38.

20. Oerke, E. C., Steiner, U., Dehne, H. W., & Lindenthal, M. (2006). Thermal imaging of cucumber leaves affected by downy mildew and environmental conditions. *Journal of experimental botany*, 57(9), 2121-2132.
21. Mahlein, A. K., Kuska, M. T., Behmann, J., Polder, G., & Walter, A. (2018). Hyperspectral sensors and imaging technologies in phytopathology: state of the art. *Annual review of phytopathology*, 56(1), 535-558.
22. Lowe, A., Harrison, N., & French, A. P. (2017). Hyperspectral image analysis techniques for the detection and classification of the early onset of plant disease and stress. *Plant methods*, 13(1), 80.
23. Couture, J. J., Singh, A., Charkowski, A. O., Groves, R. L., Gray, S. M., Bethke, P. C., & Townsend, P. A. (2018). Integrating spectroscopy with potato disease management. *Plant disease*, 102(11), 2233-2240.
24. Polder, G., Blok, P. M., De Villiers, H. A., Van der Wolf, J. M., & Kamp, J. (2019). Potato virus Y detection in seed potatoes using deep learning on hyperspectral images. *Frontiers in plant science*, 10, 209.
25. Franceschini, M. H. D., Bartholomeus, H., Van Apeldoorn, D. F., Suomalainen, J., & Kooistra, L. (2019). Feasibility of unmanned aerial vehicle optical imagery for early detection and severity assessment of late blight in potato. *Remote Sensing*, 11(3), 224.
26. Gibson-Poole, S., Humphris, S., Toth, I., & Hamilton, A. (2017). Identification of the onset of disease within a potato crop using a UAV equipped with un-modified and modified commercial off-the-shelf digital cameras. *Advances in Animal Biosciences*, 8(2), 812-816.

Experiencia previa del equipo de trabajo de la Universidad de Córdoba

A continuación, se enumeran proyectos de investigación realizados por el equipo de trabajo empleando técnicas de teledetección aplicadas en agricultura usando sensores embarcados en satélite o UAV en los últimos 5 años:

Proyectos competitivos:

- PID2020-113229RB-C44. Avanzando en la transformación digital y la optimización de la productividad agrícola: integración de la información espectral y arquitectura. Ministerio de Ciencia e Innovación. IP: Francisco Javier Mesas Carrascosa. 01/09/2021 – 31/08/2024. 178.000,0€
- TED2021-130167B-C32. Climate change mitigation and adaptation through digital and conservation agriculture. Ministerio de Ciencia e Innovación. IP: Francisco Javier Mesas Carrascosa. 01/12/2022 – 30/11/2024. 299.180,00 €.
- LIFE-2021-SAP-CLIMa-101074466. FAGESOS – Phytophthora induced decline of fagease ecosystems in Southern Europe exacerbated by climate change: preserving ecosystem services through improved integrated pest management. IP: Rafael Navarro Cerrillo. 01/09/2022 – 31/08/2027. 808.010,24 €.

- POCTEP-0762_HIBA_6_E. HIBA – Hub Iberia Agrotech: creación de un ecosistema plurirregional para la agrodigitalización a través de los Digital Innovation Hub. IP: Francisco Javier Mesas Carrascosa. 20/07/2021 – 30/06/2023. 1.164.832,91 €.
- POCTEP-2022-0195_HIBA_MAS_6_E. HIBA+ - Consolidación y fortalecimiento de la Red HIBA para la sostenibilidad y transformación digital de la cadena de valor agroalimentaria. IP: Francisco Javier Mesas Carrascosa. 01/01/2024 – 31/12/2026. 773.060,98 €.

- **Resultados obtenidos**

La Figura 1 presenta, a modo de esquema general, la localización y distribución de las zonas geográficas con los recintos descargados, situados en las provincias de Huelva y Sevilla, a emplear en las siguientes acciones del proyecto.



Figura 1. Esquema general de distribución de recintos en las provincias de Huelva y Sevilla

FASE DE CAMPO O EXPERIMENTAL

Actuación 1: Monitorización mediante imágenes de satélite

Responsable: Universidad de Córdoba

Participantes: Asociafruit

Grado de ejecución: 100%

Fechas de desarrollo: de febrero a septiembre 2023

Duración: 8 meses

Tarea 1.1. Desarrollo de utilidades mediante técnicas de cloud computing

Descripción de las actuaciones realizadas

Se han elaborado un conjunto de scripts que han permitido acceder, procesar y transformar cada una de las escenas de satélite que cubren, a lo largo del ciclo del cultivo, los recintos registrados en la base de datos desarrollada en la actuación 0 del proyecto. Para ello, como entorno de desarrollo se ha empleado Google Colab sobre el cual se ha desarrollado un cuaderno colaborativo que permite acceder al servicio cloud computing de Google Earth Engine (GEE). La Figura 2 presenta el diagrama de flujo de la herramienta desarrollada para acceso de servicios cloud computing de teledetección.

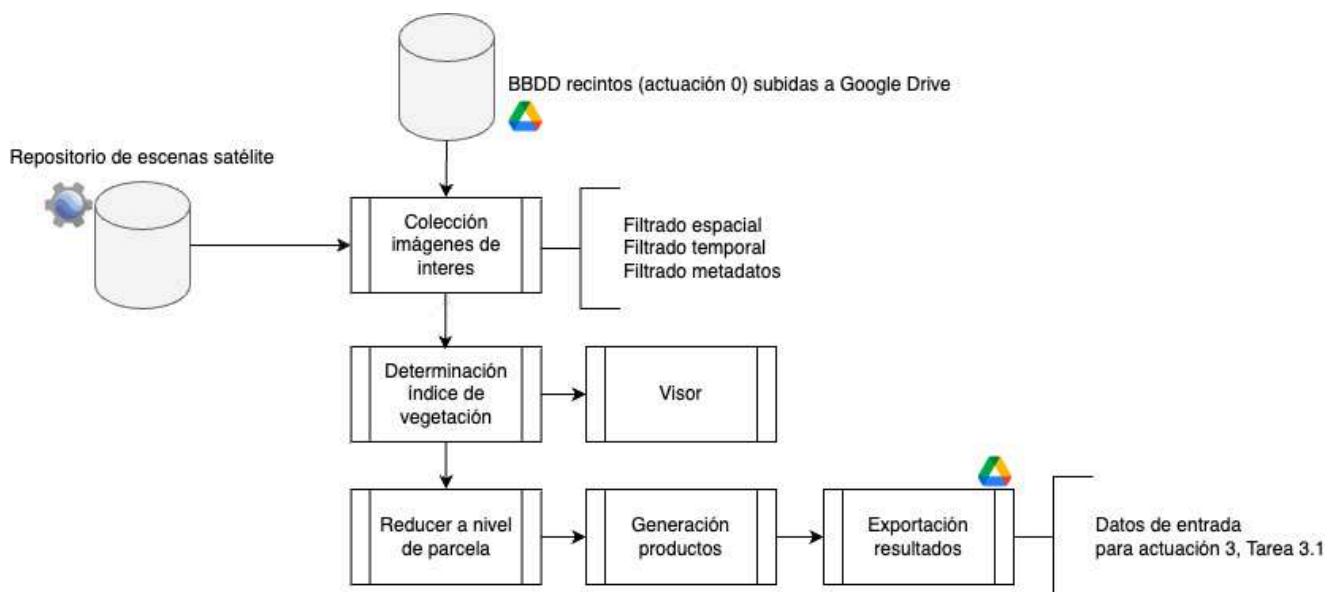


Figura 2. Diagrama de flujo de procesado de las escenas de satélite.

- Requisitos funcionales:** El usuario debe contar con una cuenta de correo electrónico del servicio Gmail de Google y tener acceso al entorno de desarrollo de Google Collaboratory. Además, debe aparecer debidamente registrado en el servicio de Google Earth Engine. Todos los servicios enumerados son accesibles a través de las credenciales usuario/contraseña de Google.

Al estar todos los desarrollos informáticos sobre Google Colab no es necesario una configuración local de la máquina de proceso, siendo todo abordado por una máquina virtual ofrecida por el servicio. Para agilizar la carga computacional se re-configura dicha máquina para que trabaje sobre GPU.

- **Autenticación de usuario:** En cada sesión de ejecución del cuaderno resulta necesario identificarse para poder acceder al espacio en Google Drive del usuario, así como al servicio Google Earth Engine, por lo que ha habido que contar con un proyecto creado previamente en Google Cloud.
- **Librerías informáticas empleadas:**
 - *auth, drive:* Del paquete google.colab permiten identificar al usuario y montar la unidad de Google Drive del usuario en el entorno de desarrollo.
 - *ee:* Librería de Earth Engine que permite al usuario acceder a todos los tipos de datos, métodos y funciones propios del servicio, así como a los catálogos de datos.
 - *Folium:* Librería para la visualización interactiva de datos geográficos a través de Leaflet en el entorno de desarrollo de Python.
 - *Geetools:* Librería con un conjunto de métodos para automatizar algunos procesos de GEE como por ejemplo el lanzamiento y ejecución de tareas de exportación de resultados al espacio en Google Drive del usuario.
 - *PyCRS:* Librería para leer, escribir y convertir sistemas de referencia de coordenadas.
 - *IpyGEE:* Conjunto de herramientas y widgets para trabajar en GEE sobre cuadernos de trabajo Jupyter.
 - *Geemap:* Librería para análisis y visualización de datos en GEE.

Estas librerías tienen que instalarse en cada lanzamiento de una sesión de ejecución de la máquina virtual.

El repositorio de datos a modo de escenas de satélite empleado en GEE ha sido [COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED](#), accediendo a las distintas escenas de interés, cada una presentando bandas con resolución espacial igual a 10, 20 y 60 m, siendo las bandas B2, B3, B4 y B8 (azul, verde, rojo e infrarrojo) las consideradas para el cálculo de índices de vegetación al ser estas las que mejor resolución espacial ofrecen. El repositorio de datos de acceso contiene escenas corregidas atmosféricamente, con valor de reflectancia a nivel de superficie, lo cual garantiza la comparación de índices de vegetación y datos derivados de las escenas entre distintas fechas.

Para acceder a las imágenes de interés dentro del repositorio, el script, en primer, lugar hace un triple filtrado consistente en seleccionar aquellas escenas dentro del periodo de interés (método `.filterDate`), filtrado espacial (método `.filterBound`) y filtrado basado en metadatos (método `.filterMetadata`):

- `.filterDate()`: como datos de entrada se debe indicar fecha de inicio y fecha de fin de la ventana temporal de interés.
- `.filterBound()`: como variable de entrada se introduce una geometría de tipo poligonal en formato shapefile extraída de la base de datos de recintos generada en la actuación 0 del proyecto.
- `.filterMetadata()`: como parámetro de entrada se ha considerado el elemento de metadatos de cada una de las escenas `CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE` y como condición que el valor almacenado en este elemento fuera inferior al 20%. Esto permite trabajar con escenas donde la presencia de nubes es reducida, no alterando los valores de la radiometría de las bandas a partir de los cuales derivar índices de vegetación.

Como resultado de esta primera acción se identifican y seleccionan de forma automática todas las escenas de interés que aparecen registrando datos de un recinto agrícola seleccionado, en un periodo de tiempo concreto y bajo unas condiciones de captura determinadas. La Figura 3 presenta captura de pantalla a modo de ejemplo de parte del código desarrollado.

```

import os
import geemap
from geetools import batch

ee.Initialize()

#Lectura en formato shape
path_file = os.path.join('/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/HIBA/Cuadernos Colab/3 - Colecciones de Imagenes/datos/parcela_demo.shp')
parcela = geemap.shp_to_ee(path_file)

coleccion=ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR')

#punto = ee.Geometry.Point(-4,71,37.93) #Definición de un punto
coleccion2 = coleccion.filterBounds(parcela)\
    .filterDate('2020-01-01','2020-02-14')\
    .filterMetadata('CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT', 'less_than',1)\

# Obtenemos el número de imágenes
num_imagenes = coleccion2.size()
print('Número de imágenes: ', num_imagenes.getInfo())

#Definición de los parámetros de visualización
vis_params = {
    'min': 500,
    'max': 2500,
    'bands': ['B8', 'B3', 'B4'],
    'gamma':2
}

#Determinación del centroide de las geometrías contenidas en la tabla
poligono=ee.Geometry.Polygon(parcela.geometry().getInfo()['coordinates'])
centroide = poligono.centroid().getInfo()['coordinates']
centroide.reverse() #Invertimos el orden de las coordenadas para que coincida con el orden de la función de representación

#Creamos un diccionario con la colección de imágenes y las parcelas, que pasaremos como parámetro para pintar el mapa.
dicc = {

```

Figura 3. Vista general de parte de los desarrollos generados.

Sobre cada una de las escenas de interés seleccionadas, a continuación, se han programado las siguientes acciones:

- Filtrado de nubes y sombras: Si bien las escenas han sido filtradas considerando un porcentaje de nubes inferior al 20%, esto no garantiza que el recinto de interés resulte afectado por la presencia de una nube, la cual genera una reducción de la reflectancia espectral que posteriormente se verá reflejado en el índice de vegetación a calcular más adelante. Por ello sobre cada escena se han identificado aquellos píxeles con una alta probabilidad de estar ocupados por una nube. Para tal acción, de cada escena se selecciona la banda QA60, la cual contiene información codificada sobre la calidad de cada uno de los píxeles de la escena. Así se ha desarrollado una función que a nivel de bit enmascara los píxeles que no son de interés atendiendo a los siguientes criterios:
 - Bit 10: Nubes densas:
 - 0: No presenta presencia de nubes densas.
 - 1: Si presenta presencia de nubes densas.
 - Bit 11: Nubes en modo de cirros.
 - 0: No hay presencia de cirros.
 - 1: Si hay presencia de cirros.

El resultado de aplicar este filtrado es un conjunto de escenas con reflectancia a nivel de superficie con una baja probabilidad de presencia de nubes en los recintos de interés por el doble tratamiento aplicado.

- Cálculo de índices de vegetación: De cada una de las escenas tratadas se ha determinado una nueva banda con el índice de vegetación de diferencia normalizada, empleando las bandas rojas (B4) e infrarrojo próximo (B8) a emplear posteriormente en la caracterización de cada uno de los recintos de trabajo. Esta banda aparece como una nueva banda de la escena original procesada de tal forma que se heredan todos los metadatos originales de la escena, importantes a la hora de identificar temporalmente cada escena dentro de la serie y así poder determinar la evolución en el tiempo.
- Visualización de resultados: Dentro del cuaderno se ha desarrollado un visor dinámico integrado que permite cargar las escenas de interés de forma automática y posteriormente el usuario puede seleccionar una escena concreta dentro de la serie temporal. La Figura 4 presenta, a modo de ejemplo, el resultado de la visualización de índices de vegetación a partir de escenas Sentinel-2.

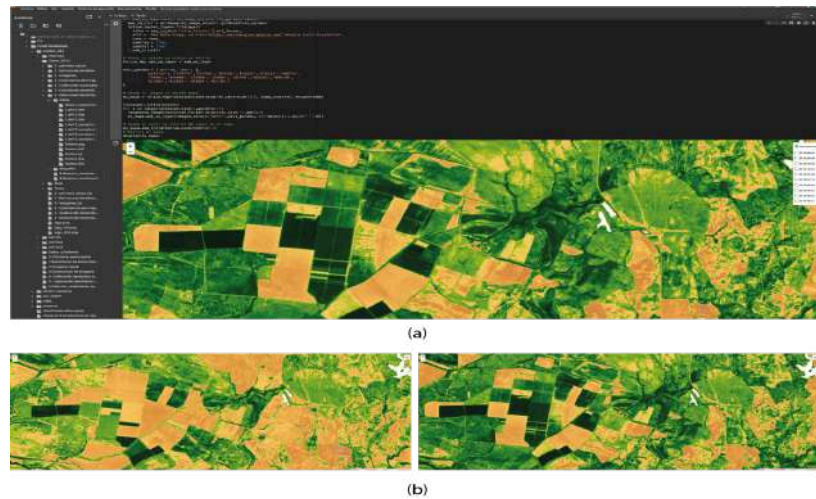


Figura 4. Representación de escenas Sentinel-2 procesadas: (a) Vista de visor integrado en Google Colab y (b) ejemplo de comparativa del índice NDVI correspondientes a dos escenas Sentinel-2 de la misma zona en dos fechas diferentes.

- Cálculo de estadísticos: Se ha aplicado un reductor espacial a escala recinto sobre cada una de las escenas de satélite que componen la colección de imágenes generada por código. Este reductor resume mediante un estadístico (media, mediana, etc.) el estado de vigor del recinto.
- La representación gráfica de las métricas se ha podido realizar a partir de la caracterización estadística de cada parcela mediante un reductor abordado en el paso anterior.
- Finalmente, los resultados a modo de escenas representando el índice de vegetación se exportan de forma automática al espacio de usuario de Google Drive.

En la memoria presentada se definió como plataforma espacial Sentinel-2 del programa Copernicus, siendo la mejor resolución espacial ofrecida de 10x10 m. Dado que las posibles afecciones en el cultivo presentan una superficie muy inferior a 100 m² se ha optado completar esta tarea con el acceso y procesamiento de imágenes del **programa privado Planet** con una resolución espacial igual a 3x3 m. A partir de estas imágenes se ha realizado el mismo tratamiento hasta llegar a tener índices de vegetación a escala parcela. En este caso, el entorno de desarrollo ha sido R-Commander, siendo necesario la descarga de las imágenes a una máquina local para su posterior procesamiento junto con el de los productos Sentinel-2. A modo de ejemplo, la Figura 5 presenta una comparativa de la determinación del índice NDVI para escenas Sentinel-2 y Planet, mostrando una mejora sustancial en la representación espacial de la variabilidad espacial presente en la parcela, lo cual puede ser clave a la hora de la identificación de rodales afectados por Mildiu.

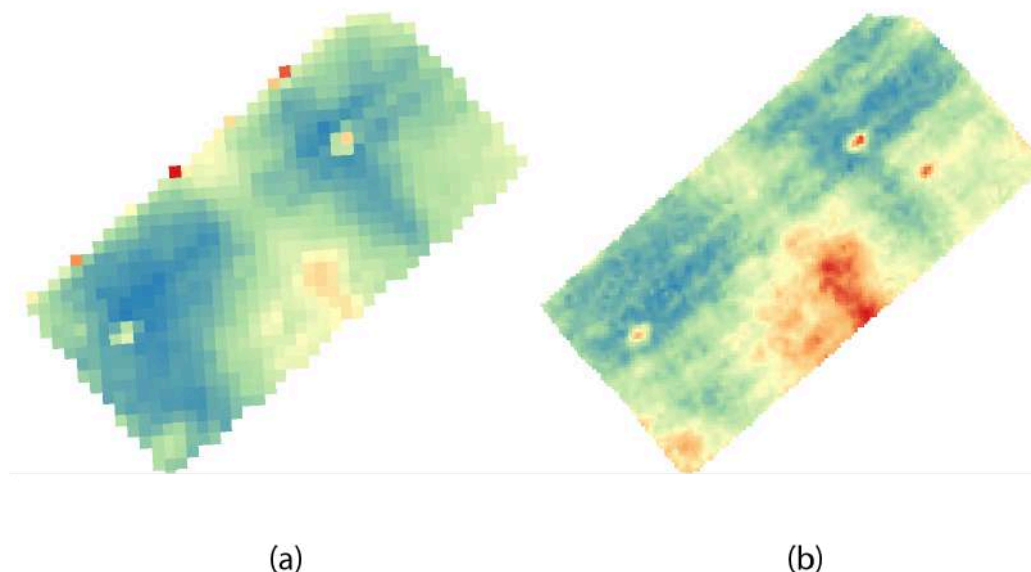


Figura 5. Comparativa resultados de determinación del índice NDVI entre plataformas espaciales en la parcela Labrados: a) Sentinel-2 y b) Planet (paleta de colores aplicado para el rango de NDVI 0.6 y 0.9)

Tarea 1.2. Pruebas y testeo de las utilidades de Teledetección espacial

El desarrollo de la Tarea 1.2 ha estado sometido a un proceso de testeo consistente en:

- a. Pruebas lógicas:
 - i. Acceso a los cuadernos Google Colab desde ordenadores diferentes.
 - ii. Acceso al servicio Google Earth Engine desde ordenadores diferentes.
 - iii. Acceso a la información geográfica de los recintos almacenados en Google Drive.
 - iv. Rendimiento procesado. Se modificó la estrategia inicial planteada. En un primer momento el modelo de negocio contemplaba manejar una única fuente de datos con la información de todos los recintos. Una vez se accedía a ella, de forma iterativa, se iba procesando cada uno de los recintos para ir generando los resultados oportunos. Debido al tiempo de uso del servicio, se detectó que en ocasiones el servicio desconectaba por las características de configuración de uso del servicio cloud computing. Por ello, se optó porque se tuviera un conjunto de archivos independientes por cada uno de los recintos de tal forma que en caso de interrupción del servicio el relanzamiento continuará por el último punto de ejecución.
 - v. Generación de productos: Se verificó la correcta ejecución de las tareas de exportación.
 - vi. Calidad de los resultados obtenidos del procesado. Se realizó todo el proceso manualmente de uno de los recintos y se comparó para verificar el correcto funcionamiento del código

desarrollado. En este proceso se detectaron algunas incongruencias subsanadas y corregidas en el código.

b. Pruebas físicas:

i. Relacionadas con la información geográfica:

1. Detección de geometrías no válidas: consistentes en detectar geometrías topológicamente no válidas. En este caso se detectaron polígonos que se auto-intersectaban, subsanando el error mediante edición gráfica.

ii. Relacionadas con el espacio de almacenamiento:

1. Se determinó que no era restrictivo el espacio de almacenamiento con una cuenta de usuario convencional en Google Drive.

• **Hitos**

HITOS	MES	ESTADO
Cuaderno de trabajo en Google Colab para explotación de imágenes de satélite	M4	Finalizado
Validación resultados de cuaderno Google Colab	M9	Finalizado

• **Resultados obtenidos:**

o **I2: Desarrollo utilidad de satélite**

Código para la generación de forma automática de productos de teledetección espacial para seguimiento del cultivo. En la actuación 3 se presentan los resultados obtenidos a partir de estos trabajos.

El link compartido del cuaderno desarrollado en Google Colab se encuentra en https://colab.research.google.com/drive/1_aji9qvI5Ht204tipVqAJiwKnrE4DKi?usp=sharing, pudiendo verificar el código desarrollado dentro del proyecto.

Actuación 2: Trabajos de vuelos aéreos no tripulados

Responsable: Universidad de Córdoba

Participantes: Asociafruit, Contagri S.L. y Sevillana de Patatas S.L.

Grado de ejecución: 100%

Fechas de desarrollo: marzo - noviembre de 2023

marzo - octubre de 2024

Duración: 4 meses (en la propuesta)

Tarea 2.1. Realización de vuelos aéreos no tripulados

Para el desarrollo de esta tarea se ha tenido en cuenta cómo se manifiesta y desarrolla la enfermedad en el cultivo de la patata. El Mildiu en patata es una enfermedad provocada por el hongo *Phytophthora infestans*, que prolifera especialmente si la temperatura oscila en el rango de 10°C y los 27°C y la humedad es superior al 90% durante dos días consecutivos. Los síntomas de la enfermedad en planta que desencadenan la generación de alarmas a considerar para realizar los tratamientos son:

- En el caso de la hoja aparecen manchas de forma irregular, pasando de una tonalidad verde a oscura, rodeado por un halo amarillento.
- En tallos y ramas se presentan lesiones alargadas de tono oscuro, generalmente ubicadas en la parte media o superior de la planta.

El origen de la enfermedad suele encontrarse bien por algún tubérculo contaminado de campañas anteriores o bien por germinación de las esporas invernales. Las esporas se propagan fácilmente por el aire debido a agentes climáticos como la lluvia o el viento, también por la acción de insectos, iniciando así el proceso de contaminación por contacto de las esporas con la planta y/o el tubérculo. Hay que tener en cuenta que, a mayor cantidad de plantas afectadas mayor será la propagación de la enfermedad. Otro factor importante en la propagación del hongo es el clima. En condiciones de temperatura superiores a 20°C y humedad alta favorecen a una rápida propagación.

Atendiendo a todo esto, en la memoria presentada de propuesta del proyecto se planificaron inicialmente la realización de los vuelos UAV en el siguiente marco temporal, entendiendo que se presentarían condiciones favorables para la presencia de la enfermedad de forma notable para que pudiera ser detectada mediante técnicas de teledetección:

- Campaña 2023: marzo y abril.
- Campaña 2024: marzo-mayo.

Sin embargo, los trabajos se han desarrollado en los meses de marzo y noviembre para la campaña 2023 y, marzo y octubre para la campaña 2024. Esta reprogramación de los trabajos ha sido a consecuencia de la climatología del primer trimestre de ambas campañas y de la escasa o nula presencia, incidencia y propagación de la enfermedad en las parcelas de trabajo en campo. Así pues:

- En la **campaña 2023**, a finales de enero de 2023 hubo importantes heladas que generaron daños en el cultivo. Esto implicó la reprogramación de los trabajos en nuevas parcelas, que fueron comunicadas puntualmente por el representante del Grupo Operativo a los responsables de su control en la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía. Además, la primavera fue extremadamente seca, generando unas condiciones muy desfavorables para la presencia del Mildiu. Esto provocó la no presencia del hongo en el cultivo, por lo que el Grupo Operativo decidió trasladar parte de los trabajos a final de campaña, meses de octubre/noviembre, si es que las empresas productoras miembros del Grupo Operativo decidían sembrar patata de verdete, para contar con un escenario más probable y favorable de presencia de la enfermedad en las parcelas seleccionadas. Finalmente, así se hizo, pese a que estos trabajos en otoño no estaban planificados en la memoria inicial. Se realizaron nuevos seguimientos en la campaña de verdete. La campaña de verdete -o patata extratemprana- se inicia con la siembra durante los meses de final de verano, con lo que en septiembre se comenzaron los seguimientos de las parcelas seleccionadas previamente para hacer algunos vuelos en noviembre.
- Para la **campaña 2024** se comenzó de nuevo con la selección y seguimiento de las parcelas con mayor riesgo de Mildiu. Para ello, en lugar de volar ante la presencia de síntomas deslocalizados y de poca incidencia, realizando uno o dos vuelos sobre varias parcelas, se optó por volar de forma sistemática sobre una parcela, con objeto de hacer una monitorización continua a lo largo del tiempo y no una inspección UAV puntual. Otra vez las condiciones meteorológicas dificultaron enormemente los tratamientos. La sequía seguía siendo muy acuciada durante los primeros meses después de la siembra, si bien ya en Semana Santa llovió en abundancia durante unos pocos. Las altamente concentradas pluviometrías en estos días hicieron que el Mildiu se desarrollara de manera muy virulenta en algunas parcelas, aunque no en todas, entre las que no se encontraba la parcela seleccionada. Concretamente en la parcela colindante a la seleccionada la enfermedad apareció prácticamente incontrolable, por lo que los agricultores necesitaron realizar tratamientos inmediatos

ante el riesgo cierto de poder perder totalmente la cosecha de todas las parcelas cercanas, no siendo efectivos en cualquier caso dada la virulencia en la afección.

Actualmente, y según la normativa y legislación vigente durante la realización del proyecto, la aplicación de productos fitosanitarios a través de drones o UAV se considera aplicación aérea. En relación a ello, los productos fitosanitarios que se empleen deben estar expresamente autorizados para su aplicación por medios aéreos según el artículo 27.3 del Real Decreto 1311/2012 o bien ser autorizados vía ensayos por los Servicios de Sanidad Vegetal de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Desde Asociafruit, por múltiples experiencias previas al respecto, es bien conocido que la vía del Real Decreto 1311/2012 -mediante autorizaciones excepcionales- sólo es viable ante situaciones de emergencias sectoriales, en las que un gran número de agricultores se pongan de acuerdo en su necesaria aplicación, y debe ir acompañada por un plan de aplicación general, por lo que esta vía no fue considerada desde un principio dado que no se adapta de ninguna manera a las necesidades del Grupo Operativo. Por otro lado, la opción que la asociación contempla como adecuada para el correcto desarrollo del Grupo Operativo es la solicitud de autorización vía ensayos. Esta autorización recoge la posibilidad de realizar los tratamientos siempre que se hagan a través de una empresa AEOR, pero requiere de unas gestiones previas con unos tiempos que no eran asumibles en la situación en la que el cultivo se encontraba. La altísima concentración de lluvias en un período tan corto de días, como ya se ha dicho, lleva consigo una proliferación del Mildiu muy intensa en el caso de aparición, por lo que si no se trataba de manera inmediata se ponía en alto riesgo la cosecha y unas pérdidas económicas inasumibles para los agricultores implicados.

Por lo tanto, ante esta situación de extrema urgencia, no fue viable, por tiempos, cumplir con los requisitos estipulados por la administración para este tipo de tratamientos en el caso de la única parcela en que aparecieron síntomas en forma de rodales. No obstante, y con el propósito de obtener resultados lo más similares posibles a lo que sería un tratamiento con dron, como alternativa se optó por el tratamiento con mochila como sustitutivo en parcelas colindantes a donde se produzca un episodio de alta infestación atendiendo al modo de propagación de la enfermedad. Concretamente, y dándose estas circunstancias sobre la parcela en la que se decidió hacer la monitorización continua en el tiempo en 2024, el tratamiento mediante mochila como sustitutivo del dron se realizó el 23 de abril de 2024, realizando vuelos de forma previa a los tratamientos (15-03-2024, 02-04-2024) y posteriormente (08-05-2024 y 21-05-2024). Así, y dadas las circunstancias, entre todas las partes se decidió postergar la decisión de llevar a cabo un cuarto intento durante el otoño de 2024, con la patata de verdete, al igual que sucedió en 2023, si es que finalmente los agricultores sembraban este tipo de patata extratemprana y las condiciones meteorológicas por fin fuesen favorables. Sin embargo, esto no fue así, y pese a las lluvias acaecidas en octubre de 2024, las temperaturas y

la humedad relativa hicieron que el Mildiu, en las parcelas seleccionadas para su seguimiento, tuviera una incidencia prácticamente nula, sin presencia de rodales en la parcela para poder ser detectados. En el apartado de resultados de la Tarea 2.2 se presentan fotografías de campo y resultado de escenas de satélite procesadas como evidencias gráficas de lo expuesto anteriormente.

Respecto a los vuelos, se indicó en la memoria que se emplearía una plataforma UAV DJI Matrice 600 pro embarcando un sensor multiespectral Sequoia. Para la realización de los vuelos se ha empleado una plataforma y un sensor de mejores prestaciones, concretamente un UAV DJI Matrice 300 RTK y un sensor multiespectral Micasense Dual sin que haya repercutido en la calidad de los trabajos en ningún caso. El motivo de estos cambios se ha debido a la obsolescencia del equipamiento del grupo de investigación de tal modo que:

1. El cambio de plataforma UAV ha permitido mayor rendimiento en campo al tener mayor autonomía de vuelo.
2. El cambio de sensor multiespectral ha permitido mejorar la resolución espacial para la misma altura de vuelo sobre el terreno.
3. Además, el cambio del sensor multiespectral ha mejorado la resolución espectral de la adquisición, registrando imágenes en 10 bandas espectrales entre las regiones del azul y el infrarrojo cercano frente a las 4 bandas del sensor sequoia.

Las parcelas voladas han sido aquellas que presentaron algunas afecciones. En el caso de la campaña 22-23 las afecciones fueron muy leves por las condiciones climáticas. Sin embargo, en el caso de la siguiente campaña dichas afecciones fueron más notables en el período de Semana Santa en una de las parcelas analizadas.

En total, para cada campaña se han realizado los siguientes vuelos:

- Campaña 22-23, se han realizado un total de cinco vuelos, realizados los días 29-30 de marzo y 24 de noviembre.
- Campaña 23-24, se han realizado un total de cinco vuelos, realizados los días 15 de marzo, 2 de abril, 8 de mayo, 21 de mayo y 22 de octubre del 2024. El vuelo realizado en octubre de 2024 se consensuó entre todos los beneficiarios del proyecto a raíz de reunión celebrada el 26 de septiembre de 2024 con objeto de tener datos UAV sobre una parcela con una incidencia de infestación a priori significativa para formar rodales que sean detectados por teledetección y posteriormente ser tratados.

Tarea 2.2. Procesado de vuelos aéreos no tripulados

Para el procesado fotogramétrico se ha empleado el software Agisoft Metashape Professional versión 2.0.0. Dicho procesado ha contemplado las fases de aerotriangulación, generación de nube densa de puntos, obtención de modelo digital de superficies, ortorectificación de imágenes y conversión a valores de reflectancia. Como resultado se ha obtenido un ortomosaico multispectral de cada una de las parcelas voladas. A partir de los ortomosaicos generados se han calculado sus correspondientes índices de vegetación empleados en la actuación 3, tarea 3.2.

- **Hitos**

HITOS	MES	ESTADO
Realización vuelos UAV	M3-M6 (anualidad 1)	Finalizado
	M15-M18 (anualidad 2)	Finalizado
Georreferenciación rodales mildiu	M3-M6 (anualidad 1)	Finalizado
	M15-M18 (anualidad 2)	Finalizado
Procesado vuelo UAV	M7	Finalizado
	M19	Finalizado

- **Resultados obtenidos:**

- **I3: Vuelos UAV**

En el caso de la **anualidad 2023** el volumen de datos a modo de imágenes de los vuelos UAV multispectral ha sido:

- Vuelo 1: 9.56 GB
- Vuelo 2: 6.25 GB
- Vuelo 3: 9.15 GB
- Vuelo 4: 31.9 GB
- Vuelo 5: 37.0 GB

De este modo, el volumen total de imágenes adquiridas en la campaña 2023 ha sido igual a 93.86 GB.

En el caso de la **anualidad 2024** el volumen de datos a modo de imágenes de los vuelos UAV multiespectral ha sido:

- o Vuelo 1: 55.6 GB
- o Vuelo 2: 69.1 GB
- o Vuelo 3: 53.4 GB
- o Vuelo 4: 53.5 GB
- o Vuelo 5: 67.8 GB

Así, el volumen total de imágenes adquiridas en la anualidad 2024 ha sido igual a 299.4 GB. La diferencia entre las dos campañas se ha debido a que, dada la dificultad en la detección por la no presencia de rodales de infestación, se ha volado a una altura menor sobre el terreno con objeto de mejorar aún más la resolución espacial de los productos UAV intentando detectar plantas individuales infestadas. No obstante, tal acción no tuvo resultado positivo dado la no presencia de plantas agrupadas y el tamaño de la hoja infestada.

La obtención de estos resultados queda respaldada por los informes de procesado y la generación de imágenes de índices de vegetación de los indicadores I5 e I6 (ver más abajo), los cuales no podrían obtenerse si el I3 no es completado.

o **I4: Rodalización**

En las visitas a campo para la realización de los vuelos UAV se realizó una inspección visual del estado del cultivo junto con los técnicos de las empresas involucradas.

En la campaña 2023 no se detectaron presencia de rodales, no pudiendo obtener las coordenadas de los rodales indicados en la memoria presentada. En la campaña 2024, en las parcelas voladas no se advirtieron presencia de rodales en las parcelas monitorizadas. Solo en el caso de una de ellas en muy corto plazo de tiempo aparecieron síntomas de forma muy virulenta y a un ritmo de propagación muy alto. Debido a los episodios de lluvia no se pudieron realizar los trabajos de campo de tal forma que en pocos días la parcela quedó totalmente irrecuperable. Como alternativa, en la parcela colindante se realizaron trabajos preventivos con mochila dada la gravedad de la situación, con objeto de evaluar la pertinencia o no de tratamientos muy próximos al cultivo atendiendo a lo expuesto anteriormente.

En la Figura 6 se muestra la evolución de las parcelas seleccionadas en la campaña 2024 entre el 15 de marzo y el 2 de abril de 2024 vista desde arriba median un UAV. El 15 de marzo la parcela 1, con una

siembra más tardía, muestra la presencia de la emergencia de las plantas, siendo su tamaño pequeño. Por otro lado, la parcela 2 presenta el cultivo bien desarrollado sin presencia de infestación por la enfermedad. A finales del mes de marzo hubo una alta precipitación acontecida durante un largo periodo de tiempo que tuvo como consecuencia que la parcela 2 quedara totalmente infestada, sin posibilidad de poder realizar ningún trabajo de campo por los episodios de lluvia. Como resultado, la parcela 2 quedó inservible no pudiendo desarrollar ningún tipo de trabajo a posteriori. Por otro lado, la parcela 1, si bien se encuentra próxima a la parcela 2, no presentó rodales por infestación. De este modo, se evidenció como la presencia de la enfermedad formando rodales y con un comportamiento de forma muy agresiva no depende sólo de que ocurran episodios de lluvia sino de otros factores, por ejemplo, que el hongo esté presente en la parcela. Esto no quiere decir que en la parcela 1 no hubiera presencia de enfermedad, sino que esta se presentó con una incidencia leve o muy leve, afectando a plantas individuales, sin que ello tuviera como resultado la formación de rodales, impidiendo el poder hacer tratamientos localizados y dirigidos.

En la Figura 7 se muestra la evolución de mapas de vigor del cultivo de las parcelas comentadas anteriormente y expresado a través del índice radiométrico NDVI a partir de imágenes Planet (resultado obtenido a partir de los trabajos realizados en la actividad 1).

- El 1 de marzo de 2024 se observa como la parcela 1 presenta un valor de NDVI bajo, alrededor de 0.3, debido a que al presentar una siembra más tardía el cultivo estaba emergiendo y lo registrado por el satélite era prácticamente suelo. Por el contrario, la parcela 2, con una siembra más adelantada presentó valores de NDVI mucho más elevados, iguales a un valor medio de 0.6, indicando la presencia de cultivo con una fracción de cabida cubierta elevada, sin apenas registrarse suelo, no mostrando rodales de bajo vigor.
- El 16 de marzo de 2024, la evolución de los indicadores de NDVI presentó un comportamiento adecuado y normal. En la parcela 1 el índice NDVI aumentó, indicando que el cultivo se estaba desarrollando correctamente y ocupando toda la parcela, más aún si cabe en la parcela 2, alcanzando valores mucho más altos. De nuevo, en ningún caso se presentaron síntomas que evidenciaran la presencia de rodales a consecuencia de la enfermedad.
- El 9 de abril de 2024 el índice de NDVI presentó un comportamiento muy diferente según qué parcela es analizada. Importante resaltar que entre el 16 de marzo y el 9 de abril de 2024 no fue posible hacer un seguimiento ni por UAV ni por satélite con motivo de la lluvia y la presencia de las nubes. En este último caso, las nubes impidieron el poder tener imágenes válidas y adecuadas para la monitorización de las parcelas al operar con sensores pasivos. En el caso de la parcela 1, el índice NDVI siguió aumentando, síntoma de que el cultivo evolucionó correctamente. Indicar que la

heterogeneidad del índice es propia de la variabilidad propia del desarrollo de un cultivo, con algunas áreas algo más adelantadas en el desarrollo de las plantas no vinculado en ningún momento a la presencia de la enfermedad, apareciendo siempre valores altos del índice. Por el contrario, la parcela 2 presentó una caída radical del índice NDVI presentando valores mucho más bajos. Esta reducción se debe a que la enfermedad se puso de manifiesto en la parcela 2 de una forma muy virulenta tal y como lo demuestran las fotografías de la Figura 6. Tal era en ese momento el estado del cultivo que cualquier acción en campo no mitigaría la afección. Sin embargo, como medida preventiva, los tratamientos con mochila en la parcela 1 tendrían como resultado el que la enfermedad no se presentase formando rodales. Estos tratamientos preventivos se realizaron en toda la parcela y no rodalizándola para evitar efectos indeseables en la propagación en caso de aparecer la enfermedad.

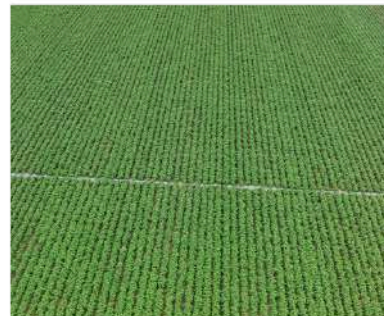
- El 15 de abril de 2024 se puede observar como la parcela 2 no muestra síntomas de cualquier actividad fotosintética por parte de la planta, adoptando el valor de NDVI unos valores inferiores a 0.3. Por el contrario, en la parcela 1 los valores de NDVI siguieron aumentando de forma homogénea en toda la parcela reflejando el impacto positivo del tratamiento con mochila como alternativa al uso de plataformas UAVs, no presentando en ninguna zona una bajada de vigor que indicara la presencia de la enfermedad.

A raíz de estos resultados se puede deducir que no sólo la ocurrencia de episodios de lluvia acompañado de temperaturas cálidas y humedad relativa superior al 90% es suficiente para que la presencia de la enfermedad se expanda en el cultivo generando rodales que puedan derivar en resultados no deseados en el cultivo. De este modo, en la parcela 1 había plantas individuales enfermas distribuidas de forma aleatoria y con una densidad baja de tal que forma que en ningún momento dieron lugar a una expansión y propagación de la enfermedad. El hecho de que fueran plantas individuales originó que no fuera posible localizarlas mediante UAV, mucho menos con satélite, a consecuencia de la resolución espacial ofrecida por estas tecnologías.

Parcela 1

Parcela 2

15 de marzo de 2024



2 de abril de 2024



Figura 6. Evolución de parcelas muestreadas en la campaña 2024. Ejemplo de imágenes registradas mediante UAV.



01-03-2024



16-03-2024



09-04-2024



15-04-2024

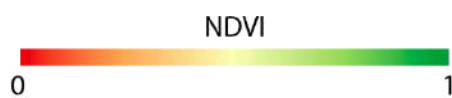


Figura 7. Evolución NDVI-Planet en parcelas muestreadas en el año 2024.

o 15: Procesado UAV

En los links de más abajo se tiene acceso a los informes de procesado de cada uno de los vuelos UAV realizados en el 2023:

- Informe procesado 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=a725320d3ab34975aa290eac809ec914&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1705940843308&fid=a725320d3ab34975aa290eac809ec914

- Informe procesado 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=c21523606d89418c8db7dd0765d6642e&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1705989134918&fid=c21523606d89418c8db7dd0765d6642e

- Informe procesado 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=ccc0c4bd269e484eac67c87471cf3272&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1705989247790&fid=ccc0c4bd269e484eac67c87471cf3272

- Informe procesado 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=1560ace5002147d2a71f4693f4fc5575&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1705989314135&fid=1560ace5002147d2a71f4693f4fc5575

- Informe procesado 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=f0fd3a083e3f42b1ad22328ce8364463&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706022284499&fid=f0fd3a083e3f42b1ad22328ce8364463

En los links de más abajo se tiene acceso a los informes de procesado de cada uno de los vuelos UAV realizados en el 2024:

- Informe procesado 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=cb51bcc0406340a1a6af0c4360f58688&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736245793196&fid=cb51bcc0406340a1a6af0c4360f58688

- Informe procesado 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=f5ee3221d4924e54b67efdec89e849ff&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736247101097&fid=f5ee3221d4924e54b67efdec89e849ff

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=3698dffcd9664a63b1ca9c2fec36bbd7&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736247167998&fid=3698dffcd9664a63b1ca9c2fec36bbd7

- Informe procesado 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=bbb39d6927cc414e888150071719efdc&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736248940039&fid=bbb39d6927cc414e888150071719efdc

- Informe procesado 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=ed622428956a4631af9c17f79f3e31db&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736249509916&fid=ed622428956a4631af9c17f79f3e31db

- Informe procesado 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=3c3e69437aad413b847e9ea79678403a&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736251387337&fid=3c3e69437aad413b847e9ea79678403a

o **I6: Índices de vegetación**

A partir de los ortomosaicos multiespectrales UAV generados se han obtenido los distintos mapas de NDVI a analizar en la actuación 3 tarea 3.2.

En los links de más abajo se pueden descargar los distintos mapas de NDVI -UAV obtenidos en el 2023.

- o Mapa NDVI Parcela 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=70e7c59fe9b34deb99096d0b4d893bd3&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1705942197409&fid=70e7c59fe9b34deb99096d0b4d893bd3

- o Mapa NDVI Parcela 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=9203ef353676462eb04995c3bfc3552f&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706022477589&fid=9203ef353676462eb04995c3bfc3552f

- o Mapa NDVI Parcela 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=d167bdcd3a8141b9889eae9b1282303d&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706022550015&fid=d167bdcd3a8141b9889eae9b1282303d

- o Mapa NDVI Parcela 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=89b7ffee057a4effa27ab5d4d4cea117&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706022599159&fid=89b7ffee057a4effa27ab5d4d4cea117

- o Mapa NDVI Parcela 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=5cc37ff7bdcd4f14a32b4833a7b45be7&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706022688782&fid=5cc37ff7bdcd4f14a32b4833a7b45be7

En los links de más abajo se pueden descargar los distintos mapas de NDVI-UAV obtenidos en el 2024.

- o Mapa NDVI vuelo 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=006c8fa50d58434984b18163d095fa0d&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736265145725&fid=006c8fa50d58434984b18163d095fa0d

- o Mapa NDVI vuelo 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=fa7c0e1a39bc4626addb3f7e0b7a3878&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736266251950&fid=fa7c0e1a39bc4626addb3f7e0b7a3878

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=4ffc680eefb04e1f95dcd88c0334fd3d&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736272534674&fid=4ffc680eefb04e1f95dcd88c0334fd3d

- Mapa NDVI vuelo 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=6234d7512d334e91808013b9d724f572&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736273138812&fid=6234d7512d334e91808013b9d724f572

- Mapa NDVI vuelo 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=6fd7be71f4494da282302878600f1fe5&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736275089233&fid=6fd7be71f4494da282302878600f1fe5

- Mapa NDVI vuelo 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=832eb5a6fbe34613a133205be0149743&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736251464215&fid=832eb5a6fbe34613a133205be0149743

Actuación 3: Análisis de resultados

Responsable: Universidad de Córdoba

Participantes: Asociafruit, Contagri S.L. y Sevillana de Patatas S.L.

Grado de ejecución: 100%

Fechas de desarrollo: marzo 2023 a octubre 2024

Duración: 20 meses

Tarea 3.1. Análisis de resultados Teledetección espacial

El análisis de las escenas de satélite se resume en la Figura 8. A partir de las colecciones de imágenes NDVI satélite obtenidas en la Tarea 1.1 (imágenes de NDVI para cada fecha y parcela) se ha calculado para cada una de ellas los estadísticos descriptivos media, mediana, máximo, mínimo, desviación y coeficiente de variación del índice NDVI a escala parcela. De este modo, se ha obtenido una descripción del índice a lo largo del tiempo para cada una. A partir de estos indicadores se ha determinado y evaluado la evolución del índice a lo largo del tiempo. Por otro lado, para cada parcela y fecha se ha calculado el histograma de los valores de NDVI para analizar su distribución. Finalmente, se ha realizado un análisis visual de cada una de las escenas de NDVI con objeto de determinar zonas de bajadas del vigor en el cultivo a consecuencia de la presencia de

Mildiu. Para ello se han desarrollado un conjunto de scripts en R-commander al objeto de automatizar algunos de los procesos.

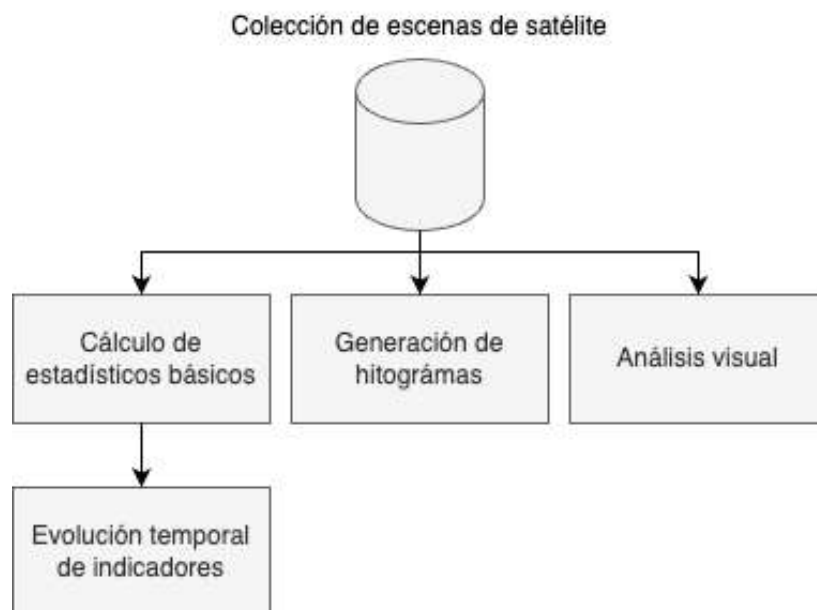


Figura 8. Esquema de tareas desarrolladas para el análisis de imágenes NDVI a partir de escenas satélite.

A lo largo de cada campaña se ha mantenido contacto permanente entre el responsable de la actuación y los participantes en el caso de que se detectara en campo por parte de los técnicos presencia de rodales afectados por Mildiu.

En el caso de **Sentinel-2**, la *Tabla 1* y *Tabla 2* muestran el número de escenas procesadas para analizar la curva de evolución del cultivo en cada una de las parcelas, haciendo un total de 179 escenas en 2023 y 105 en 2024. El resultado ha sido un número reducido, no ofreciendo garantías para una monitorización de calidad alineada con lo que se espera de una gestión eficaz del cultivo. A todo esto, habría que añadir que la resolución temporal de Sentinel-2 es igual a 5 días, lo cual limita aún más si cabe la obtención de imágenes de satélite útiles. De este modo, el promedio de escenas empleadas por parcela resultó igual a 6 escenas.

En el caso del programa **Planet** el número de escenas empleadas en cada parcela aumentó sustancialmente respecto a Sentinel-2 como se puede observar en las tablas debido a que este programa presenta una resolución temporal de un día. De este modo, el número total de escenas de trabajo válidas ha resultado igual a 900 en 2023 y 639 en 2024, casi 5 veces más que las obtenidas con Sentinel-2, con un

número medio por parcela de 30 escenas, lo cual sí permite un seguimiento alineado con los trabajos de monitorización del cultivo al contar con datos de forma sostenida y constante en el tiempo.

Tabla 1. Número de escenas Sentinel-2 y Planet evaluadas en la campaña de 2022-23.

CAMAPAÑA 22-23							
ID Parcela	PLANET			SENTINEL			
	Inicio	Fin	Nº escenas	Inicio	Fin	Nº escenas	
1	4_17_2	29/3/23	6/5/23	29	1/4/23	1/5/23	5
2	BANCO_2_1	29/3/23	15/5/23	45	1/4/23	11/5/23	9
3	BANCO_2_2	29/3/23	15/5/23	45	1/4/23	11/5/23	9
4	CAMAS_3	19/3/23	1/5/23	26	22/3/23	11/4/23	5
5	CAMAS_4	26/3/23	6/5/23	27	1/4/23	1/5/23	5
6	CAMAS_6	26/3/23	10/5/23	27	22/3/23	6/5/23	9
7	CAMAS_8_7	25/3/23	10/5/23	33	1/4/23	6/5/23	7
8	CAMAS_8_74	29/3/23	14/5/23	29	1/4/23	11/5/23	9
9	DH_1	23/3/23	24/4/23	31	1/4/23	11/4/23	3
10	DOS_HERMANAS	11/3/23	26/4/23	42	22/3/23	11/4/23	5
11	DOS_HERMANAS_2	11/3/23	29/4/23	44	22/3/23	11/4/23	5
12	DOS_HERMANAS_2_VERDETE	22/2/22	25/4/22	16	2/3/23	11/4/23	7
13	LABRADOS_1	20/3/23	25/4/23	42	22/3/23	11/4/23	5
14	LABRADOS_2	19/3/23	25/4/23	46	22/3/23	11/4/23	5
15	LABRADOS_3	23/3/23	25/4/23	39	1/4/23	11/4/23	3
16	LABRADOS_4	26/3/23	25/4/23	36	1/4/23	11/4/23	3
17	LABRADOS_5_8	31/3/23	25/4/23	35	1/4/23	11/4/23	3
18	LABRADOS_5_44	27/3/23	25/4/23	31	1/4/23	11/4/23	3
19	LAGUNA_2	9/12/22	22/1/23	30	17/12/22	6/1/23	6
20	PARCELA_2	10/3/23	26/4/23	57	2/3/23	11/4/23	7
21	PICHARDO_1_2	15/3/23	19/5/23	37	22/3/23	11/4/23	5
22	TOCONAL_2_PATATA	31/3/23	14/5/23	18	11/4/23	11/5/23	5
23	TOCONAL_3	23/12/22	21/1/23	27	27/12/22	6/1/23	2
24	TOCONAL_6	23/12/22	21/1/23	24	27/12/22	21/1/24	33
25	VIAR_INF	15/4/23	14/5/23	22	1/5/23	11/5/23	6
26	VIAR_MED	16/4/23	14/5/23	33	1/5/23	11/5/23	6

27	VIAR_SUP	11/4/23	14/5/23	29	11/4/23	11/5/23	9
----	----------	---------	---------	----	---------	---------	---

Tabla 2. Número de escenas Sentinel-2 y Planet evaluadas en la campaña 2023-24

CAMPAÑA 23-24							
Parcela	PLANET			SENTINEL			
	Inicio	Fin	Nº escenas	Inicio	Fin	Nº escenas	
1	camas_1	2/2/24	15/5/24	34	20/2/24	10/5/24	5
2	camas_2	2/2/24	29/5/24	44	20/2/24	25/5/24	7
3	camas_3	28/2/24	19/5/24	27	1/3/24	10/5/24	4
4	camas_4	21/2/24	19/5/24	29	1/3/24	10/5/24	4
5	camas_6	21/2/24	22/5/24	31	1/3/24	20/5/24	5
6	coto_1	1/2/24	22/4/24	24	20/2/24	15/4/24	4
7	coto_2	3/2/24	12/4/24	20	20/2/24	11/3/24	3
8	coto_3	3/2/24	12/4/24	19	20/2/24	11/3/24	3
9	coto_4	20/2/24	12/4/24	15	20/2/24	11/3/24	3
10	coto_5	19/2/24	12/4/24	16	20/2/24	11/3/24	3
11	coto_6	19/2/24	12/4/24	16	20/2/24	11/3/24	3
12	el_viar	15/3/24	6/6/24	38	15/4/24	4/6/24	6
13	la_cinta_1	17/2/24	12/4/24	19	20/2/24	11/3/24	3
14	la_cinta_2	17/2/24	12/4/24	18	20/2/24	11/3/24	3
15	la_mata	3/2/24	14/5/24	32	20/2/24	10/5/24	5
16	labrados_2_eco_1a	23/2/24	26/5/24	29	20/2/24	25/5/24	7
17	labrados_2_eco_1b	4/2/24	13/4/24	21	20/2/24	11/3/24	3
18	labrados_2_eco_2	27/2/24	25/5/24	31	1/3/24	20/5/24	5
19	labrados_2_eco_3	17/2/24	15/4/24	24	20/2/24	11/3/24	3
20	labrados_6	27/2/24	27/5/24	17	1/3/24	25/5/24	6
21	labrados_7	16/3/24	30/5/24	27	15/4/24	25/5/24	4
22	pichardo_1_1	1/2/24	3/5/24	29	20/2/24	15/4/24	4
23	regatero	1/2/24	12/4/24	20	20/2/24	11/3/24	3

24	vuelo_norte	19/2/24	11/5/24	29	20/2/24	10/5/24	5
25	vuelo_sur	12/3/24	31/5/24	30	15/4/24	25/5/24	4

El objetivo de los análisis de las escenas de NDVI generadas a lo largo del tiempo ha sido detectar la presencia de rodales en las parcelas analizadas afectadas de Mildiu asociados a bajadas de vigor del cultivo a través de los índices de vegetación.

La capacidad del Mildiu para propagarse depende de condiciones climáticas específicas, entre las que se destacan la temperatura, la humedad y la precipitación, si bien, como se ha podido mostrar anteriormente, no es suficiente a tenor de los resultados mostrados (ver Figuras 6 y 7 en el apartado Tarea 2.2) de manera que si el hongo no está presente en la parcela o es controlado a tiempo por su baja incidencia la enfermedad no tendrá un impacto tan negativo en el desarrollo del cultivo, haciendo que, si bien la enfermedad puede presentarse, no lo hará en forma de rodales sino de plantas individuales distribuidas aleatoriamente en la parcela.

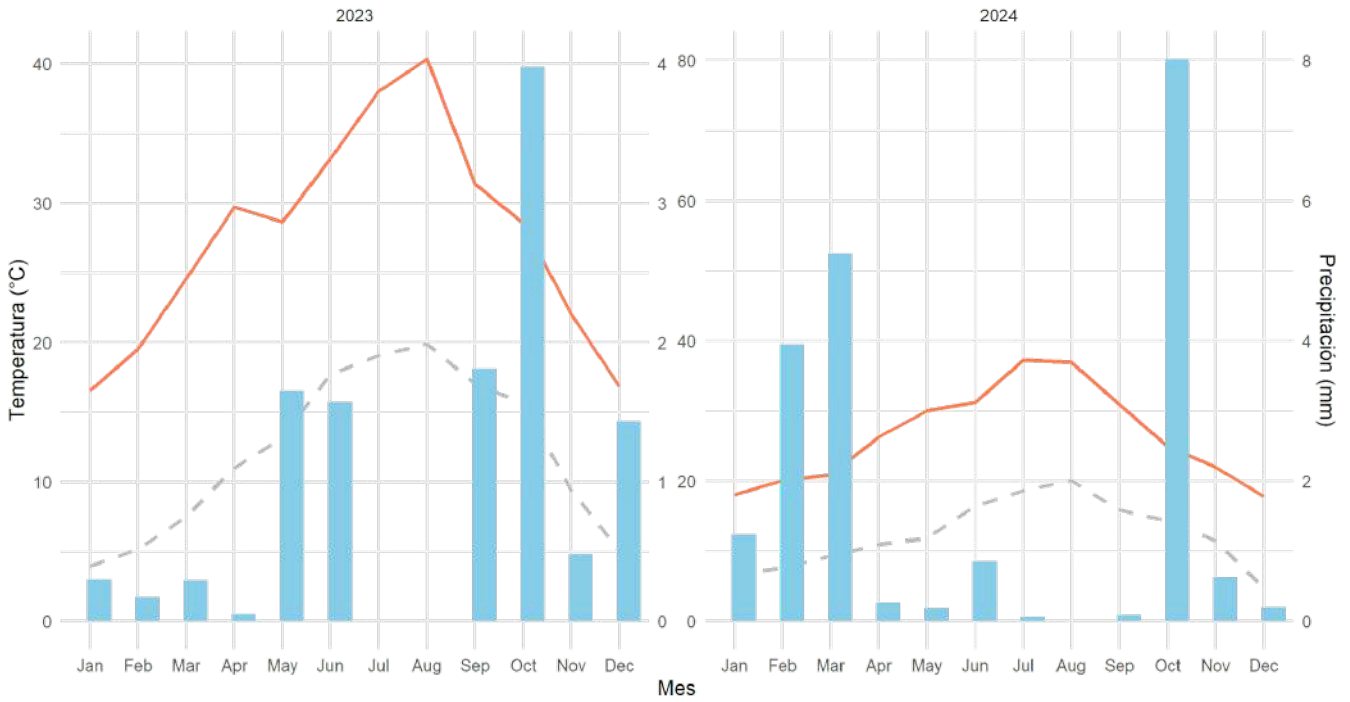
Para analizar el clima se ha tenido en cuenta la localización de las parcelas de ambas campañas, por lo que se ha decidido diferenciar 2 zonas, A y B, por su proximidad a distintas estaciones climáticas. Previamente, se ha estudiado la similitud en cuanto a temperatura, humedad y precipitación de los municipios que incluye cada una de las zonas climáticas donde se encuentran estas parcelas. Los municipios que incluye cada una de las zonas son:

- Zona A: Alcalá del Río, Camas, Dos Hermanas y Sevilla, Aznalcázar y Villamanrique de la Condesa (Estación climática. Aznalcázar (RIA))
- Zona B: San Juan del Puerto (Estación climática: Niebla (RIA))

La Figura 9 presenta la evolución de la temperatura máxima (línea roja), temperatura mínima (línea gris) y precipitaciones (barras azules) a lo largo de los meses en las campañas 2023 y 2024. Por otro lado, la Figura 10 representa la evolución de la humedad mínima (azul claro), máxima (azul oscuro) y media (línea roja) a lo largo de los meses para las dos campañas agrícolas analizadas.

Zona A

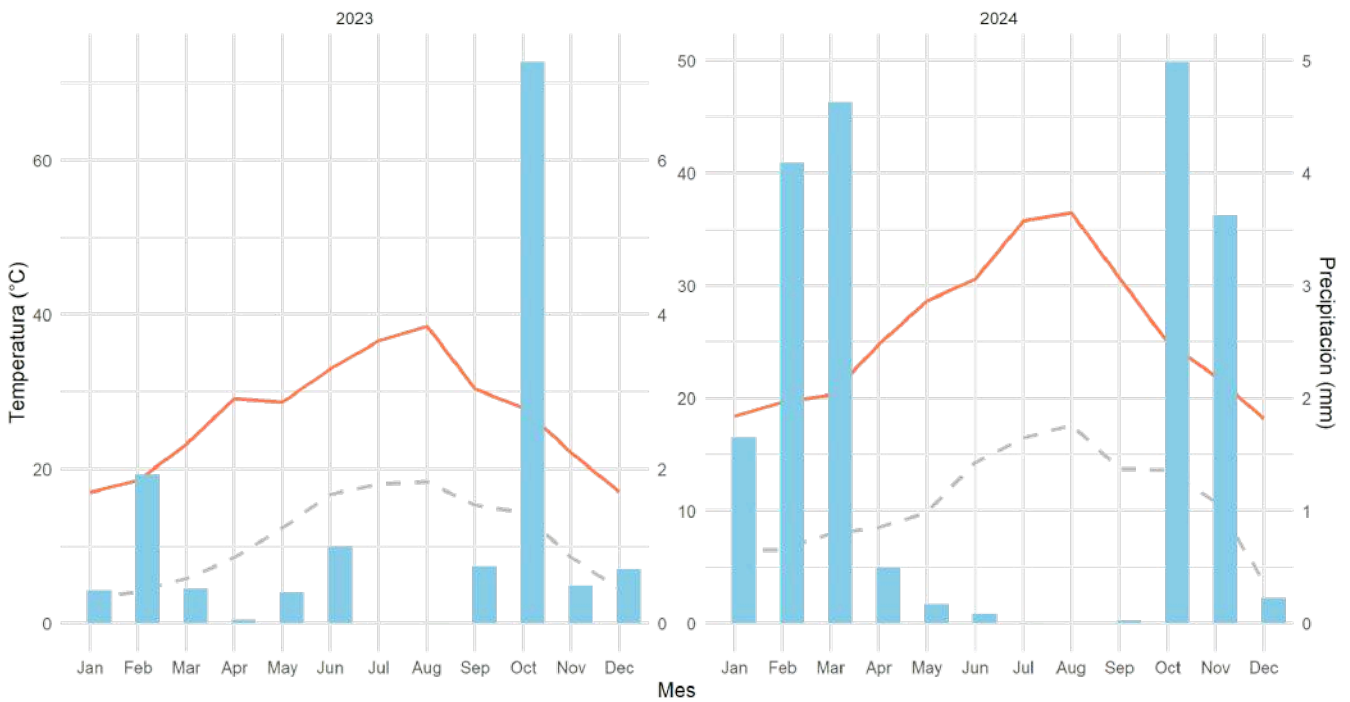
Estación: La Rinconada



Fuente: Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA)

Zona B

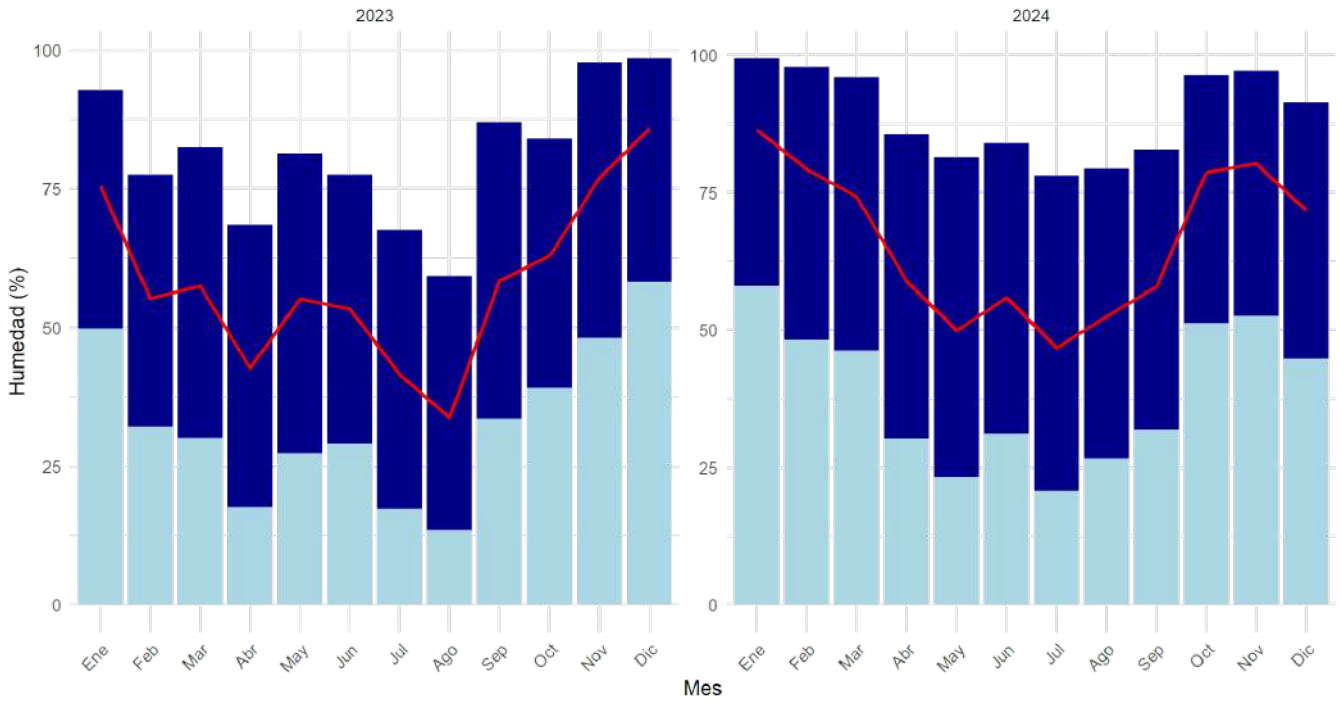
Estación: Niebla



Fuente: Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA)

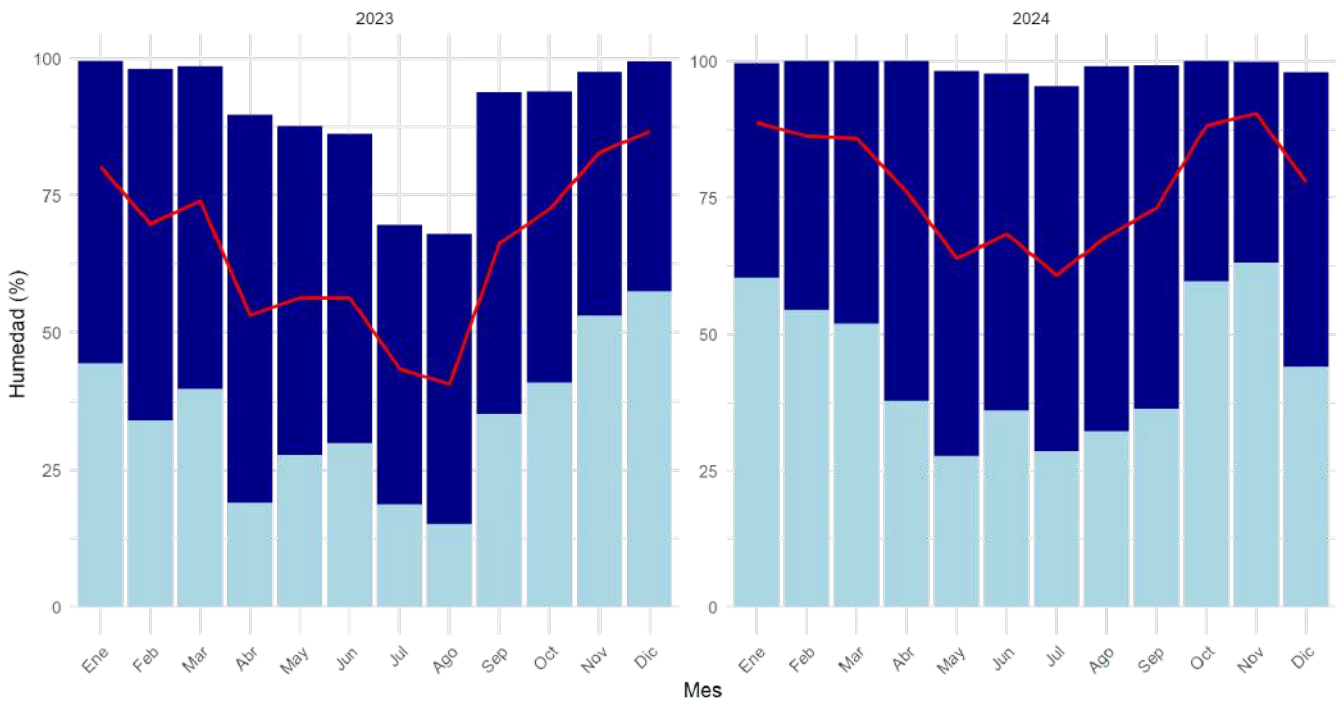
Figura 9. Climogramas Zona A y Zona B

Humedad (máx, mín y media) en la Zona A
Estación: La Rinconada



Fuente: Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA)

Humedad (máx, mín y media) en la Zona B
Estación: Niebla



Fuente: Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA)

Figura 10. Gráficos de humedad máxima, mínima y media.

A modo de ejemplo, En la Figura 11 y 12 se muestra la evolución diaria media de la temperatura, precipitación y humedad relativa registradas por la estación agroclimática de Niebla perteneciente a la red RIA de la Junta de Andalucía para las campañas 2023 y 2024. En cuanto a la temperatura, se observa como en el invierno de 2023 hubo temperaturas muy bajas, por debajo 5°C en algunos días, aspecto nada favorable para la aparición de Mildiu y el cultivo. Por otro lado, en ese mismo periodo de tiempo se observa como las precipitaciones no fueron sostenidas en el tiempo, habiendo episodios aislados, a lo que hubo que sumar una humedad relativa que, si bien superó en ocasiones el 90%, sólo dio de forma acumulada en más de dos días entre el 7 y 11 de enero de 2024 y el 9 y el 11 de marzo de 2023, limitando la presencia y propagación de la enfermedad. Ese mismo año, en otoño, las temperaturas sí estuvieron en el rango propicio para la propagación de la enfermedad. Las precipitaciones se concentraron a finales de octubre, principios de noviembre, siendo el otoño relativamente seco. Además, la humedad relativa no superó muchos días el 90%, acumulándose a lo largo del tiempo en periodos de más de dos días en diciembre, una vez cosechado el cultivo.

En cuanto a la campaña 2024, en invierno las temperaturas estuvieron en el rango que favorece al desarrollo de la enfermedad, las lluvias fueron más abundantes que la campaña anterior, lo cual provocó como se muestra en el informe que hubiera parcelas donde la enfermedad entró con virulencia. Al igual que en el año 2023, la humedad relativa, salvo en la franja donde hubo lluvia, presentó muchos días por debajo del 90%, con periodos de dos días seguidos con estas condiciones, limitando así de nuevo el desarrollo y propagación del hongo. Similar comportamiento ocurrió en otoño.

De este modo, si bien hubo variables climáticas alineadas con el desarrollo y proliferación de la enfermedad, no todas coincidieron en tiempo y forma, aspecto que puede explicar el desarrollo desigual y aleatorio de la enfermedad, no vinculándose especialmente al clima. En este sentido, las parcelas seleccionadas para el desarrollo del proyecto, bien por el manejo del cultivo o la salud del suelo no presentaron síntomas evidentes de la enfermedad como era de esperar a priori., dificultando el desarrollo y ejecución de los trabajos.

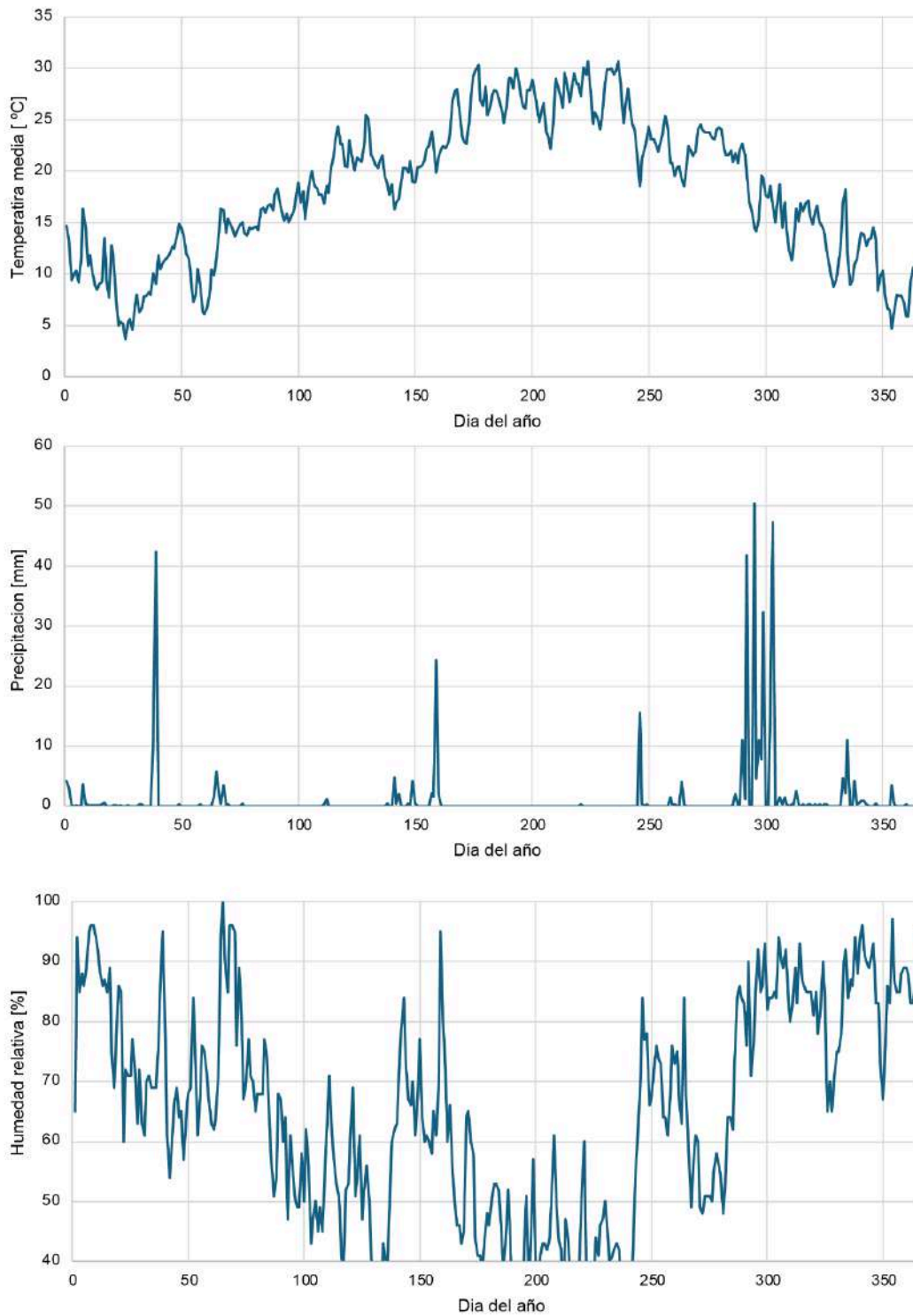


Figura 11. Evolución diaria de temperatura, precipitación y humedad relativa estación de Niebla. Año 2023

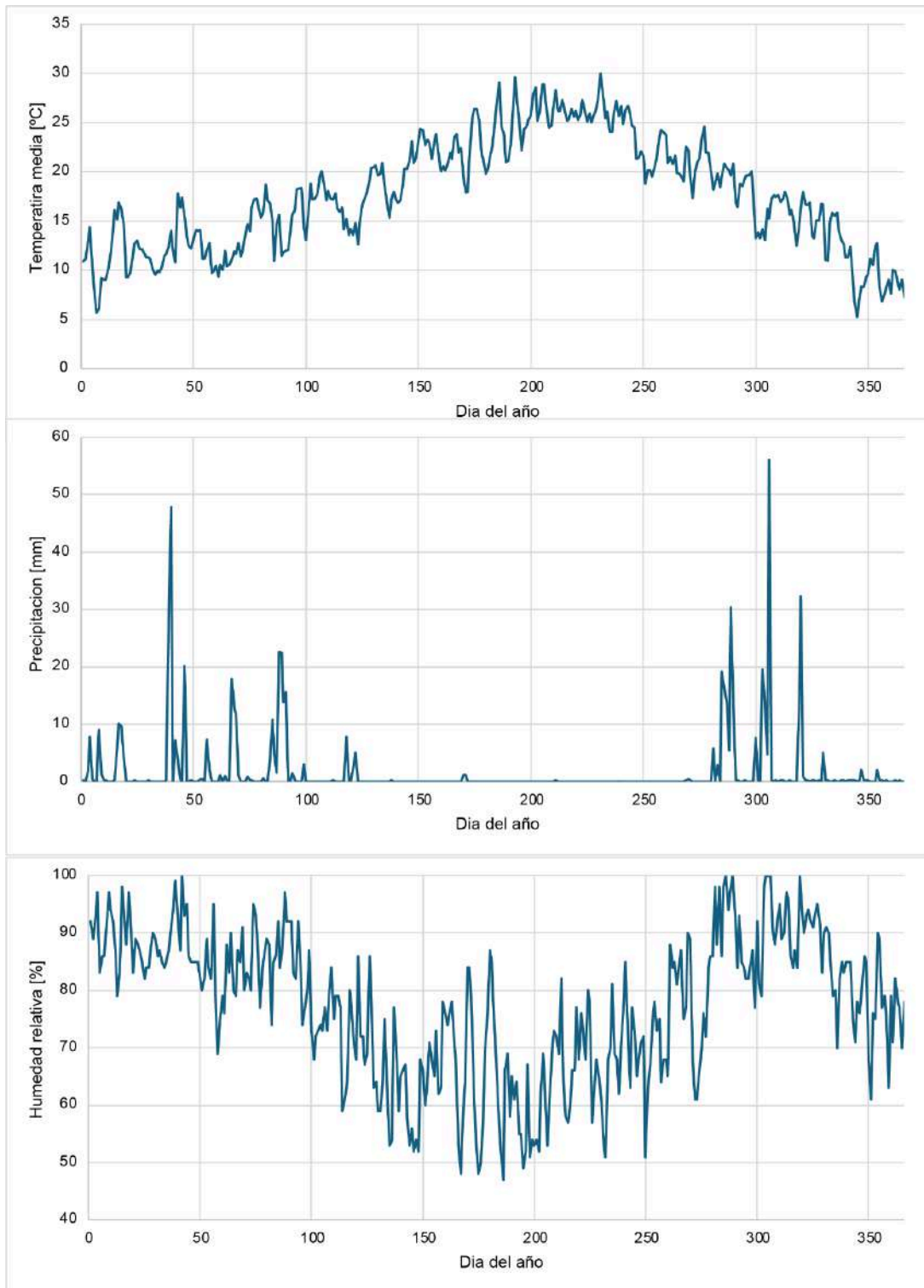


Figura 12. Evolución diaria de temperatura, precipitación y humedad relativa estación de Niebla. Año 2024

Tarea 3.2. Análisis de resultados Teledetección UAV

La Figura 13 presenta a modo de resumen los trabajos desarrollados. A partir de los mapas de NDVI-UAV obtenidos en la Tarea 2.2 (Indicador 6) se han desarrollado los siguientes procesos. En primer lugar, se ha determinado de forma automática mediante el método de Otsu el valor umbral de separación entre cultivo y suelo desnudo. A partir de ese umbral se ha generado una máscara reclasificando cada uno de los píxeles de la imagen como presencia de cultivo y suelo desnudo, resultando en una imagen binaria. Esta máscara ha sido aplicada sobre el mapa de NDVI al objeto de identificar solo los píxeles pertenecientes al cultivo. A partir de los valores de NDVI del cultivo se han obtenido indicadores estadísticos descriptivos del cultivo (media, mediana, coeficiente de variación, desviación, etc). Por otra parte, se ha analizado la presencia de valores anómalos considerando estos como aquellos valores inferiores al cuartil 1 de la distribución menos 1.5 veces el rango intercuartílico. Para ello se han desarrollado un conjunto de scripts mediante R-Commander. Además se ha realizado un análisis visual del NDVI del cultivo.

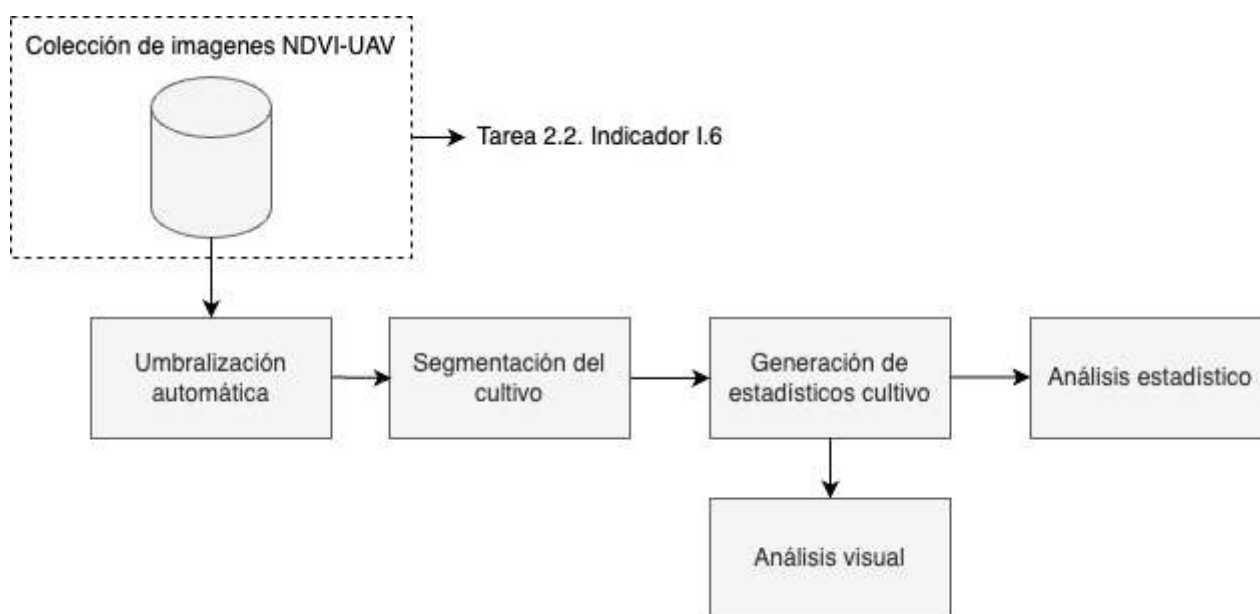


Figura 13. Esquema de tareas desarrolladas para el análisis de imágenes NDVI-UAV a partir de escenas satélite.

A lo largo del ciclo del cultivo en las parcelas objeto del proyecto se han ido realizando controles en campo para detectar la presencia de la enfermedad por parte de los participantes de la tarea. A modo de ejemplo, en la Figura 14, se presentan algunas imágenes resultado de esas inspecciones. Como se puede apreciar en las imágenes correspondientes a las vistas generales de las parcelas no se aprecia la presencia de rodales. Sí se han detectado plantas individuales con presencia de síntomas. El número de éstas fue muy

reducido en todas ellas, sin presencia de daños en hoja significativos y de un tamaño muy pequeño, no pudiendo ser identificadas mediante vuelos UAV.

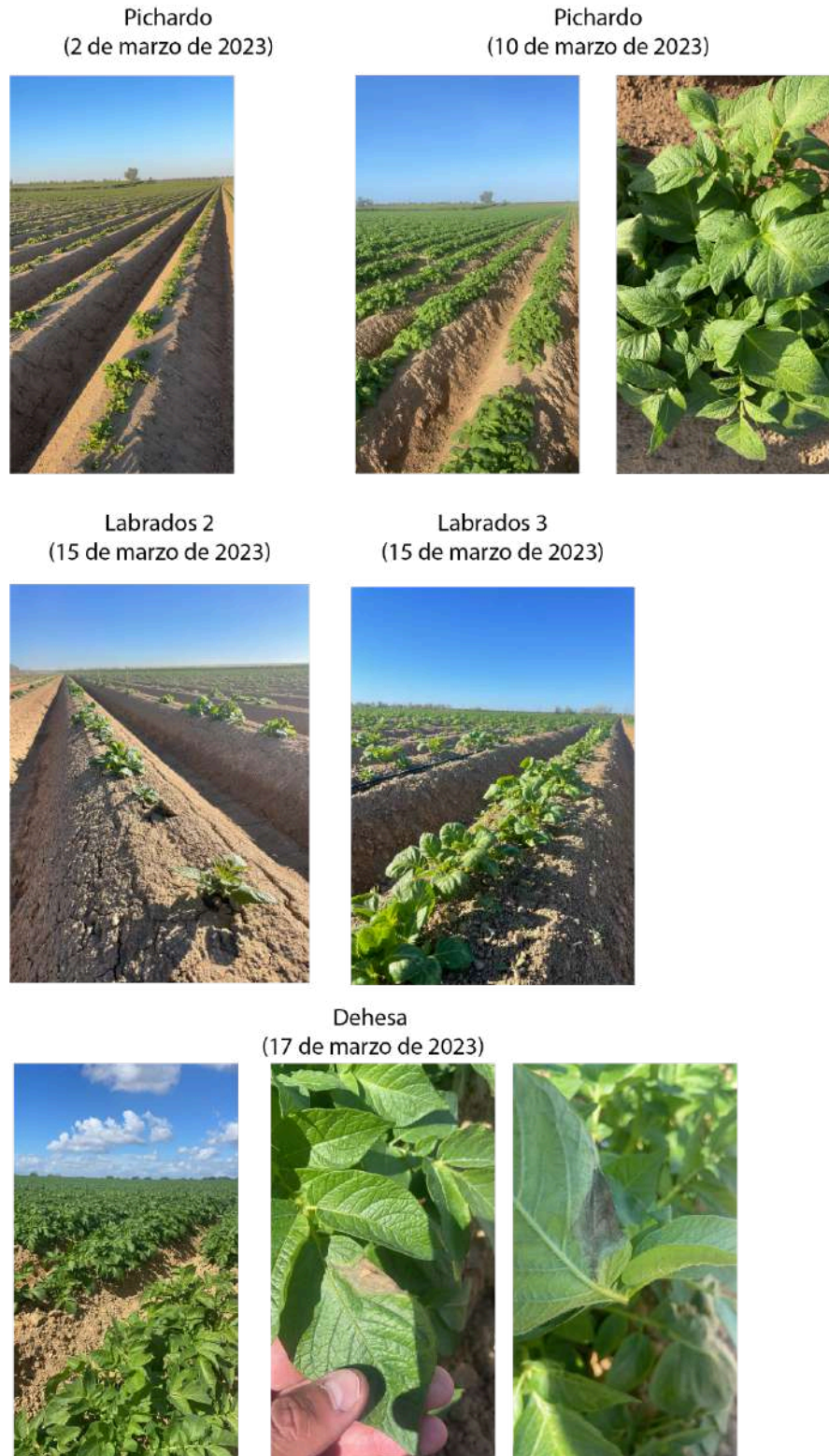


Figura 14. Fotografías tomadas en campo donde se muestra la no presencia de Mildiu a modo de rodales.

De este modo, todas las parcelas voladas en la campaña 2023 no han presentado rodales afectados por Mildiu. Además, la presencia de plantas afectadas por Mildiu no ha resultado positiva dado que estas han presentado síntomas leves en el momento de la realización de los vuelos UAV, las cuales, por su tamaño, pese a contar con imágenes de muy alta resolución espacial, no han evidenciado presencia de la enfermedad. En la campaña 2024, dos de las parcelas sí presentaron síntomas a distinta escala. En una de ellas, la enfermedad entró de forma muy virulenta y no fue posible realizar una monitorización del cultivo pues quedó devastado en una semana. En otra de las parcelas, aparecieron focos muy pequeños espacialmente, a nivel de planta, imposible de identificar a pie de campo dada su distribución aleatoria.

Los tratamientos preventivos aplicados con mochila, muy próximos al cultivo, realizados como plan de contingencia ante la imposibilidad de aplicar un UAV han mostrado su efectividad de tal modo que, las parcelas monitorizadas no presentaron rodales como consecuencia de la enfermedad.

El plan de contingencia descrito en la Tarea 3.1 es de aplicación también en la Tarea 3.2.

- **Hitos**

HITOS	MES	ESTADO
Análisis de rodales afectados Mildiu mediante Teledetección espacial	M22	100%
Análisis de rodales afectados Mildiu mediante Teledetección UAV	M22	100%

- **Resultados obtenidos**

- **I7: Análisis satélite**

En el siguiente enlace se pueden descargar los informes con resultados de los análisis de satélite, recogiendo los trabajos realizados en la anualidad 2023.

- Plataforma espacial Sentinel-2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=89a4c8e3178d4ae0bf99e3b31d8a6f8b&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706862927384&fid=89a4c8e3178d4ae0bf99e3b31d8a6f8b

- Plataforma espacial Planet:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=d6c0db768d054690bc0f6e5f66014f8d&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706863468733&fid=d6c0db768d054690bc0f6e5f66014f8d

En el siguiente enlace se pueden descargar los informes con resultados de los análisis de satélite, recogiendo los trabajos realizados en la anualidad 2024.

- Plataforma espacial Sentinel-2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=1d853d8335924bf7aab27add6cbaddcc&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736275810791&fid=1d853d8335924bf7aab27add6cbaddcc

- Plataforma espacial Planet:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=7d2743dd1dd948ff9edbc53cf8c9e5ae&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736275985758&fid=7d2743dd1dd948ff9edbc53cf8c9e5ae

o **I8: Análisis vuelos UAV**

En los links de más abajo se pueden acceder a los informes de resultados de los vuelos multiespectrales UAV de la anualidad 2023.

- Mapa NDVI Parcela 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=dbd53c4b539f4daab083104a0ea8f7ca&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706114061322&fid=dbd53c4b539f4daab083104a0ea8f7ca

- Mapa NDVI Parcela 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=2df611058a474b2fa2c4253b068d5ae7&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706114154464&fid=2df611058a474b2fa2c4253b068d5ae7

- Mapa NDVI Parcela 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=4c8a31311b4443e2b2c726f2f3d685e9&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706114215253&fid=4c8a31311b4443e2b2c726f2f3d685e9

- Mapa NDVI Parcela 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=3911d482c6624c3ebd7d85862f41776d&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706114265632&fid=3911d482c6624c3ebd7d85862f41776d

- Mapa NDVI Parcela 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=53d784917f494b3096210a90acb8af1a&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1706114401012&fid=53d784917f494b3096210a90acb8af1a

En los links de más abajo se pueden acceder a los informes de resultados de los vuelos multiespectrales UAV de la anualidad 2024.

- Mapa NDVI vuelo 1:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=83df902115df4c7396ff94a5e9610c62&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1736325048521&fid=83df902115df4c7396ff94a5e9610c62

- Mapa NDVI vuelo 2:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=7f9a7e66c1fc41b390c646bde6fa7701&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1738056094085&fid=7f9a7e66c1fc41b390c646bde6fa7701

- Mapa NDVI vuelo 3:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=b490130f01b74fcd0bb290604dd0cac08&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1738057415622&fid=b490130f01b74fcd0bb290604dd0cac08

- Mapa NDVI vuelo 4:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=d6ea7ae60e684f7d8be5c38eba6af584&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1738058684028&fid=d6ea7ae60e684f7d8be5c38eba6af584

- Mapa NDVI vuelo 5:

https://www.uco.es/atdfiware/repositorioUAV/share.cgi?ssid=10f35cda07f54e1ab1f99fa75aafb445&openfolder=forcedownload&ep=&_dc=1738059212951&fid=10f35cda07f54e1ab1f99fa75aafb445

Actuación 4: Planificación de vuelos no tripulados y pruebas de fumigación

Responsable: Allitud, S. L.

Participantes: Asociafruit, Contagri, S.L. y Sevillana de Patatas, S. L.

Grado de ejecución: 50%

Fechas de desarrollo: marzo y noviembre de 2023 y marzo y octubre de 2024

Duración: 4 meses

Duración: M3-M11 y M15-M22

Tras reunión con fecha 12 de enero de 2023 con Asociafruit y la posterior de 24 del mismo mes, UCO y las empresas Contagri, S. L. y Sevillana de Patatas, S. L., se indicaron distintas localizaciones para la realización de tratamiento fitosanitario experimental, proporcionando códigos SIGPAC de las parcelas. Las condiciones climatológicas en los primeros meses del año fueron muy poco favorables para la aparición de Mildiu, por lo que finalmente, como ya se ha explicado, esas fincas sufrieron modificaciones que fueron notificadas al órgano gestor.

Esta situación provocó que, dado que a lo largo del mes de octubre se dieron condiciones de pluviometría y temperatura favorables para la aparición del Mildiu en la patata extratemprana ya sembrada, se trasladaron algunos de los trabajos previstos para los meses de abril-mayo, a los meses de octubre-noviembre. Aun así, el cultivo no presentó el comportamiento esperado frente a la enfermedad,

Con anterioridad, se procedió a descartar una de las ubicaciones sugeridas por encontrarse en una zona CTR con alto grado de protección y regulación de vuelos aéreos no tripulados, afectada por el Aeropuerto de la base aérea de Rota y núcleos urbanos cercanos. Se emplea la información recogida en <https://www.icarusrpa.info/mapa.php?opt=all> además de la aplicación nativa del fabricante DJI, que ofrece información actualizada del grado de protección del espacio aéreo.

Se acordó realizar 1 vuelo de fumigación en cada una de las 2 parcelas seleccionadas por las empresas productoras, acción que tuvo que ser descartada posteriormente, presentando como medida correctora el tratamiento con mochila.

Tarea 4.1. Planificación de vuelos no tripulados

Para las parcelas seleccionadas en las que hacer el tratamiento experimental, se estableció la categoría de los vuelos, en este caso categoría abierta con bajo riesgo operacional, subcategoría A3, para un equipo con una MTOW menor de 25 kg. Se determinó que en las zonas de vuelo no hubiera concentración de personas y manteniendo siempre las condiciones visuales VLOS, no alcanzando en ningún momento altitudes de vuelo sobre el terreno superiores a 10 metros y velocidad inferior a 7m/s. Las dimensiones de las parcelas permitirían realizar el tratamiento en una sola jornada.

Tarea 4.2. Pruebas de configuración para fumigación

En la memoria se indicaba que se utilizaría la plataforma DJI Matrice 600 Pro equipada con carga de pago diseñada específicamente para trabajos de agricultura. Sin embargo, se ha descartado su uso por la diferencia de prestaciones y resultados esperados con respecto a la plataforma finalmente elegida, DJI Agras T10.

Con anterioridad a la creación de este Grupo Operativo, se estaban realizando trabajos de fabricación de un sistema propio de fumigación, utilizando de base la plataforma Matrice 600, e incorporando piezas estándar y otras fabricadas con impresora 3D para disminuir el peso y mejorar las prestaciones de algunas soluciones del mercado. Durante la pertenencia al Grupo Operativo se han finalizado dichos trabajos y

pruebas de fumigación con el equipamiento propio, no pudiendo alcanzar los estándares que ofrecen plataformas cerradas de los fabricantes y con tecnología actualizada.

Las principales diferencias que han recomendado este cambio están relacionadas con la seguridad (Sistema A3 pro frente a radar omnidireccional y sistema anti colisión de obstáculos, fiabilidad de las baterías eléctricas, etc.), el caudal máximo (1,2 l/min frente a 1,8 l/minuto), el diámetro partícula (200 micras frente a una horquilla de 130-250 micras), mayor tiempo de vuelo con carga máxima (2 minutos más de autonomía), el ancho máximo abarcado de pulverización (3,5 metros vs 5 metros), una mayor carga de pago admitida (5,5 kilogramos - 8 kilogramos), así como diferencias notables en la estabilización de la presión para la distribución del producto fitosanitario, automatización de vuelos o superficie de mojado sobre el cultivo.

Con la información obtenida en los vuelos UAV multiespectrales se pueden crear mapas de prescripciones para realizar aplicaciones quirúrgicas sobre puntos concretos con velocidad de rociado variable. Debido a las circunstancias que se han dado durante el desarrollo del proyecto referente normativa y la aparición de Mildiu y la celeridad con la que hay que hacer el tratamiento dado su rápida propagación en el cultivo en el caso solo de una parcela, no se dispone de mapas de prescripción previos de las parcelas donde aparezca la enfermedad y se decidió, en su caso, bien por un modo de vuelo manual (misma velocidad de rociado en todo el área tratada), bien por una ruta planificada in situ el mismo día de tratamiento, que mejore la seguridad de la operación, el ahorro de producto y automatiza el rociado. En ambos casos se hubiera utilizado la aplicación oficial del fabricante DJI AG (Agriculture). No obstante, dado que el tratamiento se considera de tipo aéreo no fue posible su realización atendiendo a la legislación vigente, siendo reemplazado por tratamientos con mochila, a todos los efectos similares a los de aplicación con UAV, siendo realizado mediante intervención manual.

- **Hitos**

HITOS	MES	ESTADO
Planes de vuelo con dron DJI Agras	M3-M11-M15-M22	FINALIZADO
DJI Agras T10 pre editados	M15-M16	FINALIZADO
Pruebas de configuración	M5	FINALIZADO
fumigación	M17	FINALIZADO

- **Resultados obtenidos**

- o **11. Planes de vuelos.** Planes de vuelos de fumigación configurados. Vuelos configurados en software DJI.



- o **12. Gestión de permisos.** Se descartan algunas ubicaciones tras consulta del grado de protección del espacio aéreo en fuentes indicadas en resumen.
- o **13. Selección de configuración de boquillas.** Selección del sistema de fumigación.



- o **14. Selección del producto fitosanitario.** Selección del producto fitosanitario.
Una vez que en el cultivo aparecieran síntomas de enfermedad -Mildiu-, se procedería a realizar los tratamientos adecuados, dependiendo de la intensidad de la misma y la localización -hojas/tallos-. Ya que la intención es tratar únicamente los focos de infección se plantean tratamientos con Abonos CE a base de cobre, pues manteniendo unos niveles

óptimos de cobre en todos los tejidos de la planta comporta resistencia frente a hongos como el Mildiu y, de esta manera, intentar así que el rodal no se extienda al resto de la plantación.

Actuación 5: Vuelos de fumigación

Responsable: Allitud, S.L.

Participantes: Asociafruit, Contagri, S. L., Sevillana de Patatas, S. L. y UCO

Grado de ejecución: 0%

Fechas de desarrollo: No ha sido posible su desarrollo

Duración: M5 y M17

Tarea 5.1. Fumigación de rodales

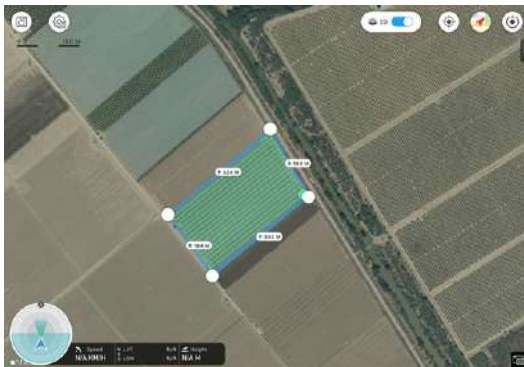
Como se ha mencionado anteriormente, no se pudieron llevar a cabo los vuelos de fumigación dada la inexistencia de Mildiu en forma de rodales en las parcelas durante la campaña 2023 y diversos problemas administrativos relacionados con la obtención de permisos para tratar la afección y dar una respuesta rápida adaptada a la necesidad real de los agricultores para la campaña 2024. La información obtenida por la UCO en la medición en campo y vía satelital así lo constata. En coordinación con los técnicos de Contagri y Sevillana de Patatas, se llegaron a establecer fechas de vuelos en cuanto se detectasen los primeros síntomas de Mildiu para 2024, pero los tiempos con las autorizaciones para los ensayos y la virulencia con la que afectó el Mildiu durante Semana Santa de 2024 lo hicieron inviable. En otoño de 2024 no hubo presencia de Mildiu en forma de rodales significativa en las parcelas monitorizadas, por lo que no fueron necesarios, al igual que en 2023, los vuelos para la fumigación de rodales.

No obstante, sí se han llevado a cabo todas las labores previas al tratamiento. De esta manera, antes de cada vuelo/operación llevamos a cabo varios procedimientos de seguridad para garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. Entre otros:

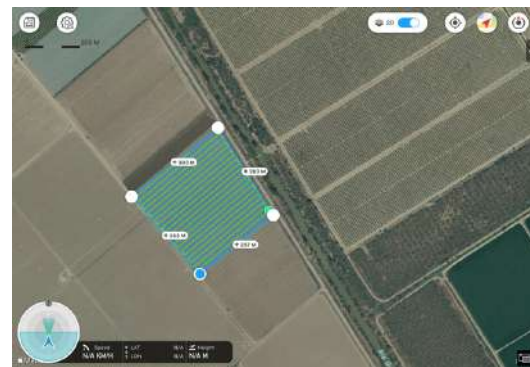
- Inspección de la aeronave (DJI Agras T10): estado de las hélices. Estado de las baterías y conexiones limpias. Visual de la estructura del dron para detectar posibles daños o desgaste.
- Verificación de la carga útil: Asegurar el tanque de carga, comprobar que el sistema de pulverización está limpio y operativo, y que las boquillas de los dispensadores están en buen estado y sin obstrucciones.

- Planificación de vuelos: antes de cada misión, se debe planificar cuidadosamente la ruta de vuelo, teniendo en cuenta la geografía del área, la altura de los cultivos y cualquier obstáculo potencial. El software de planificación de vuelo del DJI Agras T10 permite establecer una ruta de vuelo precisa, pero es esencial ajustar la altura de vuelo y la velocidad en función de las condiciones del terreno y las necesidades del cultivo.
- Configuración del sistema de navegación: comprobar la calibración del GPS. Hasta que no estamos *in situ*, no sabemos con certeza si existen interferencias en la zona de vuelo que puedan afectar su funcionamiento. Además, se debe revisar que los sensores de obstáculos estén operativos para evitar colisiones con árboles, edificios u otros objetos.
- Verificación de los controles y el sistema de comunicaciones
- Revisión de los sistemas de seguridad: comprobar retorno automático al punto de despegue, detección de fallos en el sistema de propulsión y las alarmas de baja batería entre otros.
- Cumplimiento normativo.

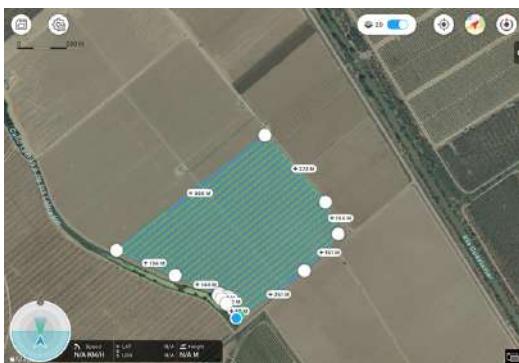
Se adjuntan imágenes de la planificación de los vuelos. En las imágenes están recogidas las parcelas objeto de estudio.



Parcela 1, vuelo 1.



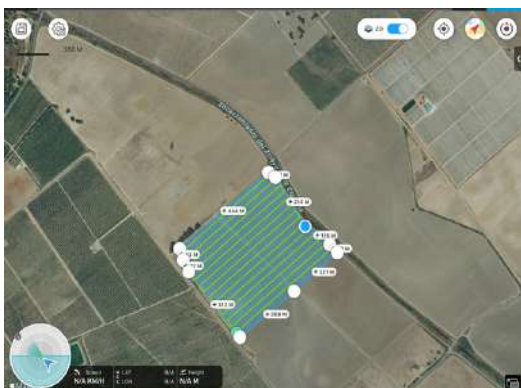
Parcela 1, vuelo 2.



Parcela 2, vuelo completo.



Parcela 3, vuelo 1.



Parcela 3, vuelo 2.

HITOS	MES	
Fumigación de rodales afectados por mildiu en 3 parcelas diferenciadas	M5	0% (debido a condicionantes meteorológicos)

FASE DE REDACCIÓN DE INFORME FINAL DE PROYECTO

Actuación 6: Generación documentación final del proyecto

Responsable: UCO, Asociafruit

Participantes: Alltitud S.L., Contagri, S. L., Sevillana de Patatas, S. L.

Grado de ejecución: 100%

Duración: M24

Tarea 6.1. Elaboración de informe final

En reunión mantenida el 18 de noviembre entre todos los beneficiarios se realizó una puesta en común de los trabajos y resultados obtenidos. A partir de esta reunión se procedió a redactar el informe final consistente en la descripción de los trabajos realizados, así como el adelanto del borrador memoria económica justificativa. En la redacción del informe han trabajado conjuntamente todos los miembros del Grupo Operativo, aportando contenido, opiniones y propuestas. No obstante, la redacción ha recaído mayoritariamente en la UCO y Asociafruit, como representante del Proyecto y agente aglutinador.

- **Hitos**

HITOS	MES	ESTADO
Informe final del proyecto	M24	100%

FASE DE DIVULGACIÓN

Actuación 7: Divulgación de los resultados obtenidos

Responsable: Asociafruit

Participantes: UCO, Alltitud S.L., Contagri, S. L., Sevillana de Patatas, S. L.

Grado de ejecución: 100%

Duración: M24

Tarea 7.1. Divulgación de los resultados obtenidos

Tal y como explicamos en el Plan de Divulgación presentado con la solicitud, dada la labor que realiza Asociafruit desde hace ya cerca de 40 años, mantiene un contacto diario con las empresas del sector cítrico y frutícola. Esto posibilita una gran capacidad a la hora de divulgar los resultados del Proyecto de Innovación a través de las empresas andaluzas, independientemente de cumplir, lógicamente, con el requerimiento establecido en la convocatoria de las ayudas de realizarlo a través de la red de la AEI.

Para la correcta divulgación de los resultados obtenidos con “Mildron” se presentaron 3 pilares en los que se basaba su plan, que eran los recursos propios en el día a día de la asociación, unas jornadas técnicas y aparición en revistas sectoriales y prensa. Aquí pasamos a resumir lo hecho en cada uno de los citados pilares:

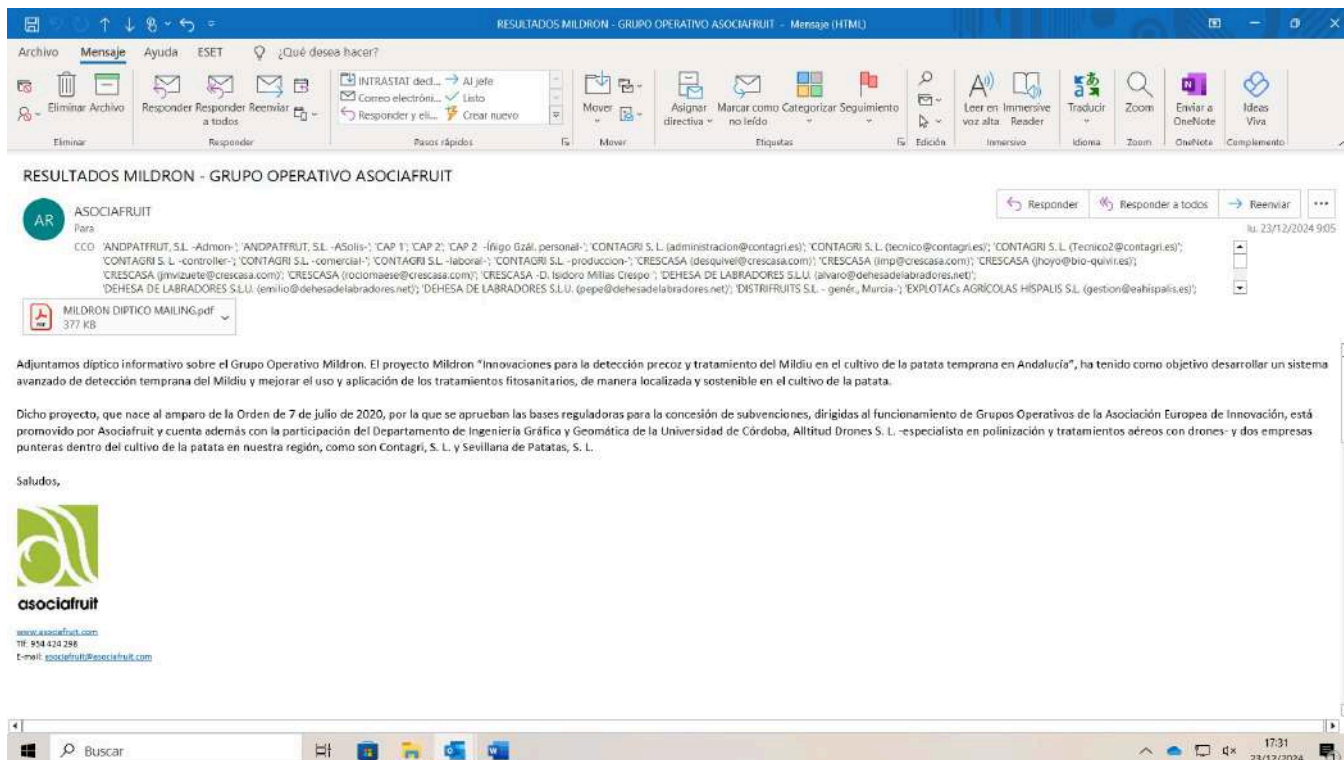
1º) A través de los recursos propios de Asociafruit. Asociafruit, dada la labor que desarrolla, tiene trato diario con la mayoría de las empresas del sector patata. Su personal está permanentemente en contacto con las empresas asociadas, por lo que desde un punto de vista logístico es muy sencillo realizar tareas de divulgación. Para ello se han utilizado distintos tipos de medios, desde mailings personalizados dirigidos a todas las empresas del sector, hasta notas en nuestra web www.asociafruit.com y noticias en la web de

nuestra federación www.fepex.es, FEPEX, que representa al sector a nivel nacional. También en la web que Asociafruit, con la colaboración de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural mantiene para la promoción de la patata temprana de Andalucía.

<https://www.asociafruit.com/mildron-grupo-operativo-representado-por-asociafruit-termina-sus-trabajos-en-el-cultivo-de-la-patata-con-resultados-satisfactorios/>

<https://www.fepex.es/news/detail/grupo-operativo-mildron-drones-solucion-efectiva-desafios-mildiu-patata-en-gb>

<https://www.patatanuevatemprana.es/mildron-alcanza-optimos-resultados-en-su-objetivo-de-mejorar-la-lucha-contre-el-mildiu-en-el-cultivo-de-la-patata/>



RESULTADOS MILDIRON - GRUPO OPERATIVO ASOCIAFRUIT

ASOCIAFRUIT
Para:


CCO: 'ANDPATFRUIT, S.L. -Admon-'; 'ANDPATFRUIT, S.L. -Asolis-'; 'CAP 1'; 'CAP 2'; 'CAP 2 - (frigo GZál, personal-'; 'CONTAGRI S. L. (administracion@contagri.es)'; 'CONTAGRI S. L. (tecnico@contagri.es)'; 'CONTAGRI S. L. (tecnico2@contagri.es)'; 'CONTAGRI S. L. -controller-'; 'CONTAGRI S.L. -comercial-'; 'CONTAGRI S.L. -laboral-'; 'CONTAGRI S.L. -produccion-'; 'CRESCASA (desquivel@crecascasa.com)'; 'CRESCASA (imp@crecascasa.com)'; 'CRESCASA (hoyo@bio-quivir.es)'; 'CRESCASA (jmvizuite@crecascasa.com)'; 'CRESCASA (rociomaese@crecascasa.com)'; 'CRESCASA -D. Isidoro Millas Crespo'; 'DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (alvaro@dehesadelabradores.net)'; 'DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (emilio@dehesadelabradores.net)'; 'DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (pepe@dehesadelabradores.net)'; 'DISTRIFRUTS S.L. - genér, Murcia-'; 'EXPLOTACs AGRICOLAS HISPALIS S.L. (gestion@eahispalis.es)'

MILDIRON DÍPTICO MAILING.pdf
377 KB

Adjuntamos díptico informativo sobre el Grupo Operativo Mildron. El proyecto Mildron "Innovaciones para la detección precoz y tratamiento del Mildiu en el cultivo de la patata temprana en Andalucía", ha tenido como objetivo desarrollar un sistema avanzado de detección temprana del Mildiu y mejorar el uso y aplicación de los tratamientos fitosanitarios, de manera localizada y sostenible en el cultivo de la patata.

Dicho proyecto, que nace al amparo de la Orden de 7 de julio de 2020, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de subvenciones, dirigidas al funcionamiento de Grupos Operativos de la Asociación Europea de Innovación, está promovido por Asociafruit y cuenta además con la participación del Departamento de Ingeniería Gráfica y Geomática de la Universidad de Córdoba, Alltitud Drones S. L. -especialista en polinización y tratamientos aéreos con drones- y dos empresas punteras dentro del cultivo de la patata en nuestra región, como son Contagri, S. L. y Sevillana de Patatas, S. L.

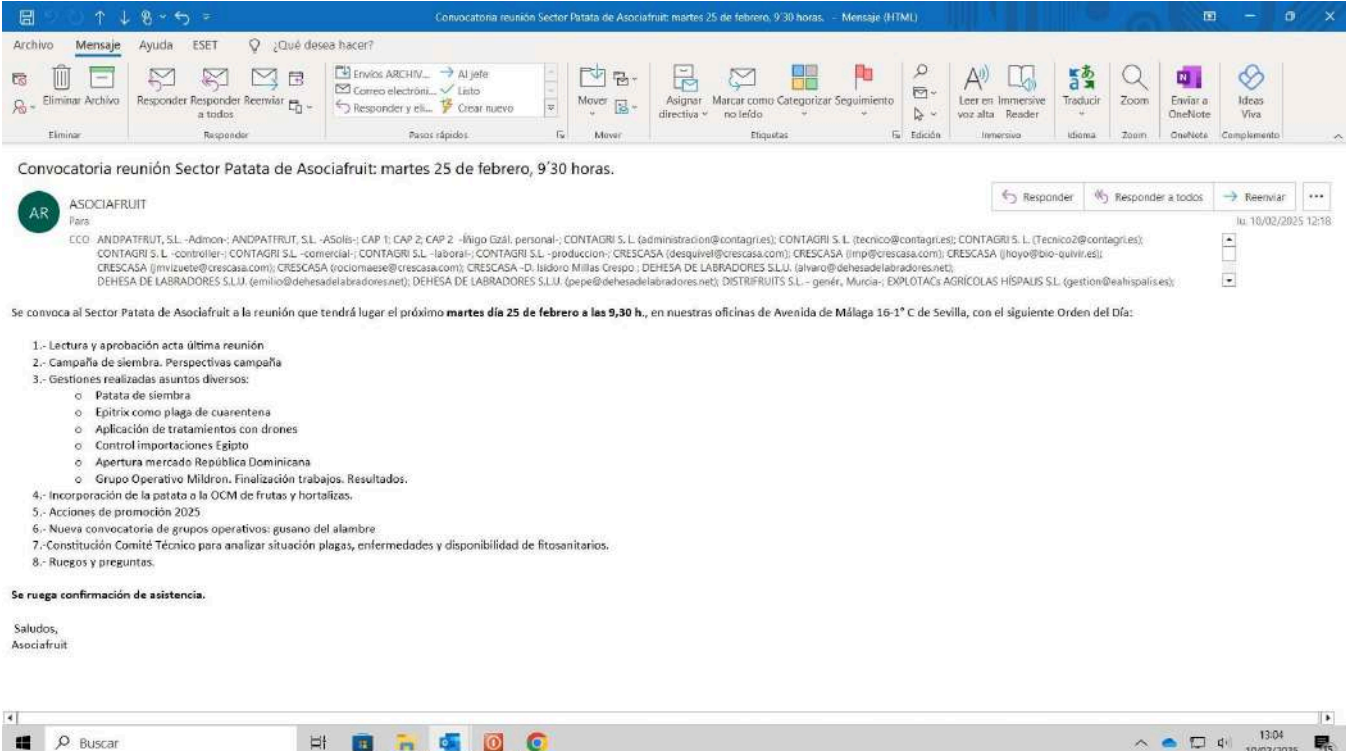
Saludos,


asociafruit
www.asociafruit.com
Tlf: 954 424 288
E-mail: asociafruit@asociafruit.com

Ejemplo de mailing enviado a todo el Sector Patata de Asociafruit con el díptico resumen del proyecto y sus conclusiones.

También se ha incluido en la reunión del Sector Patata de Asociafruit del día 25 de febrero, como punto del Orden del Día, la explicación del proyecto y sus conclusiones, contando para ello con la participación telemática de miembros de la UCO. Asociafruit convoca de manera ordinaria un mínimo de dos reuniones sectoriales al año, una primera para analizar las perspectivas de campaña y la situación del cultivo tras las siembras, y una segunda para hacer análisis y balance de campaña. Ha sido en la primera de las

citadas, dado los tiempos de los trabajos de Mildron y su finalización, en la que se ha incluido en el Orden del Día en los términos citados.



Convocatoria reunión Sector Patata de Asociafruit: martes 25 de febrero, 9'30 horas. - Mensaje (HTML)

Convocatoria reunión Sector Patata de Asociafruit: martes 25 de febrero, 9'30 horas.

ASOCIAFRUIT

Para:

ECCO ANDPATFRUIT, S.L. -Admon.-; ANDPATFRUIT, S.L. -Asols.-; CAP 1; CAP 2; CAP 2 -Álvaro Ezal, personal-; CONTAGRI S. L. (administracion@contagri.es); CONTAGRI S. L. (tecnico@contagri.es); CONTAGRI S. L. (tecnico2@contagri.es); CONTAGRI S. L. -controler-; CONTAGRI S.L. -comercial-; CONTAGRI S.L. -laboral-; CONTAGRI S.L. -produccion-; CRESCASA (deaguiva@crecascasa.com); CRESCASA (imp@crecascasa.com); CRESCASA (lhoy@bio-quivir.es); CRESCASA (jimilize@crecascasa.com); CRESCASA (rociomase@crecascasa.com); CRESCASA -D. Isidoro Millas Crespo-; DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (ahavero@dehesadelabradores.net); DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (emilio@dehesadelabradores.net); DEHESA DE LABRADORES S.L.U. (pepe@dehesadelabradores.net); DISTRIFRUTS S.L. -genér, Murcia-; EXPLOTACs AGRICOLAS HISPALIS S.L. (gestion@eahispalis.es)

Se convoca al Sector Patata de Asociafruit a la reunión que tendrá lugar el próximo **martes día 25 de febrero a las 9,30 h.**, en nuestras oficinas de Avenida de Málaga 16-1ª C de Sevilla, con el siguiente Orden del Día:

- 1.- Lectura y aprobación acta última reunión
- 2.- Campaña de siembra. Perspectivas campaña
- 3.- Gestiones realizadas asuntos diversos:
 - o Patata de siembra
 - o Epitrix como plaga de cuarentena
 - o Aplicación de tratamientos con drones
 - o Control importaciones Egipto
 - o Apertura mercado República Dominicana
 - o Grupo Operativo Mildron. Finalización trabajos. Resultados.
- 4.- Incorporación de la patata a la OCM de frutas y hortalizas.
- 5.- Acciones de promoción 2025
- 6.- Nueva convocatoria de grupos operativos: gusano del alambre
- 7.- Constitución Comité Técnico para analizar situación plagas, enfermedades y disponibilidad de fitosanitarios.
- 8.- Ruegos y preguntas.

Se ruega confirmación de asistencia.

Saludos,
Asociafruit

Convocatoria de reunión del Sector Patata de Asociafruit con Orden del Día remitida a todos los socios.

Hay que tener en cuenta que en Asociafruit se encuentra representada en torno al 80-90% de la producción de patata temprana de Andalucía, pues el sector lo conforman 15 empresas con una fuerte implantación y tradición en el cultivo, como son Interagro de Patata, S. L., DISTRIFRUTS, S. L., Dehesa de los Labradores, S. L. U., CAP, S. L., Contagri, S. L., Nevado e Hijos, S. L., Meijer España, S. L., Crescasa, Sevillana de Patatas, S. L., S. C. A. Mancera, Andpatfruit, S. L., Patatas Beltrán, S. L., Solanum Nova, S. L. y Patatas Sánchez, S. L. Es por ello, por tanto, que no debe subestimarse la capacidad sectorial de difusión de la asociación a través de sus medios tradicionales, que engloban a la práctica totalidad del sector andaluz.

Por otro lado, Asociafruit, como resultado de los dos Grupos Operativos que ha gestionado anteriormente, tiene actualmente en funcionamiento la página web www.gopasociafruit.com. En ella se ha publicado de manera extensa toda la información relevante a Mildron - participantes, objetivos, trabajos, resultados, conclusiones, etc.- poniendo incluso un enlace desde donde descargarse la memoria completa del proyecto, así como los datos de contacto de la entidad representante por si alguna persona interesada quisiera obtener más información, como ya ha ocurrido con los otros 2 Grupos Operativos publicados.

<https://www.gopasociafruit.com/mildron/>

Asociafruit, además de sus descritas webs, cuenta con perfiles en redes sociales que tratan de difundir las bondades de la patata nueva de Andalucía bajo su marca “Patata Nueva Temprana”. En dichos perfiles se publican periódicamente noticias e información sobre la patata nueva temprana, destacando sus cualidades frente a la patata vieja o de conservación. Desde estos perfiles, dado que el objeto del Grupo Operativo incide directamente en la calidad del producto y su impacto medio ambiental, se han publicado información de los resultados alcanzados usándolos como vehículo de difusión. En Facebook se nos puede encontrar como “Patata Nueva Temprana” y en Twitter como @PatataNuevaTem1

Así, como modo de ejemplo, podemos destacar las siguientes publicaciones:

<https://www.facebook.com/share/p/1829a8frzZ/>

<https://www.facebook.com/share/p/19o6VXYKS2/>

<https://www.facebook.com/share/p/1DhWhZp6TK/>

<https://www.facebook.com/share/p/1DfoKbcxQA/>

<https://www.facebook.com/share/p/15pbDQFLJB/>

<https://www.facebook.com/share/p/1AadbPwvVa/>

<https://www.facebook.com/share/p/1BqGS5xfpu/>

<https://www.instagram.com/p/DDrqSA7gsFz/?igsh=Y2VuczUzenBmcnI0>

<https://x.com/GISalimentario/status/1869010145709375697?t=BTl7wdqBX08HklRse6z74Q&s=19>

https://x.com/agrodifusion/status/1869019889333342391?t=xIzeZhd_4hCyYRDzloVF5g&s=19

<https://x.com/PatataNTemprana/status/1868988433341071641?t=9vKc1zaD34UAI9leQxPpQ&s=19>

<https://x.com/REVISTAFYH/status/1869343056501387633?t=HUKlJywe4tLoMLt0uqQI6A&s=19>

https://x.com/potatonewstoday/status/1869476291675894155?t=s45Qv1Y8-uD_oUxqnmlIng&s=19



También, como en pasadas ediciones, se ha cumplido con el requisito de encargar una placa con las medidas y el formato aprobado por la Oficina de Comunicación de la Consejería de Economía, Hacienda y Fondos Europeos, tras la consulta realizada a su dirección de e-mail comunicacionffee.cehyfe@juntadeandalucia.es hecha por Asociafruit.



2º) Asociafruit, como asociación sectorial, mantiene una muy estrecha relación con revistas profesionales del ámbito agrícola. Los medios de comunicación serán por tanto uno de los 2 pilares en los que se basará nuestra labor de divulgación. La pretensión ha sido lograr aparecer en las principales revistas, mediante entrevistas/inserciones donde se explique de manera clara qué es “Mildron” y cuáles han sido

los resultados obtenidos. Estos medios, al ir dirigidos básicamente a profesionales del sector, tratan la información de manera muy técnica y seria, siendo un vehículo excepcional para nuestros objetivos. Ya hemos utilizado estos recursos con anterioridad y nos han dado muy buenos resultados, con unos impactos en prensa escrita y digital muy importantes. De esta manera, con el apoyo de un gabinete especializado, así como de nuestra Federación -FEPEX- se ha lanzado la noticia, que entendemos ha tenido un fuerte impacto en medios tanto especializados como más generalistas. Un ejemplo de ello pueden ser los siguientes enlaces, que no tratan de ser un listado exhaustivo, sino una muestra del alcance, llegando incluso a aparecer en medio internacionales.

AGRÓNOMA. ABC DE SEVILLA

<https://www.google.com/amp/s/sevilla.abc.es/agronoma/noticias/cultivos/patata/innovacion-tecnologica-r-evolucion-control-mildiu-cultivo-patata/amp/>

AGRODIFUSIÓN

<https://agrodifusion.es/mildron-alcanza-optimos-resultados-en-su-objetivo-de-mejorar-la-lucha-contra-el-mildiu-en-el-cultivo-de-la-patata/>

AGRONEWS

<https://www.agrnewscastillayleon.com/mildron-mildiu-patata/>

FRUIT TODAY

<https://fruittoday.com/mildron-mejora-el-control-del-mildiu-en-el-cultivo-de-la-patata/>

REVISTA MERCADOS

<https://revistamercados.com/mildron-logra-optimos-resultados-para-abordar-los-desafios-del-mildiu-en-patata/>

FRESH PLAZA

<https://www.freshplaza.es/article/9688773/los-drones-una-solucion-efectiva-para-abordar-los-desafios-del-mildiu-en-patata/>

AGRODIARIO HUELVA

<https://agrodiariohuelva.es/los-drones-una-solucion-efectiva-para-abordar-los-desafios-del-mildiu-en-patata/>

A EN VERDE

<https://www.aenverde.es/los-drones-como-solucion-para-combatir-el-mildiu-en-patata/>

TRIBUNA DE ANDALUCÍA

<https://www.tribunadeandalucia.es/mildron-alcanza-optimos-resultados-en-su-objetivo-de-mejorar-la-lucha-contre-el-mildiu-en-el-cultivo-de-la-patata/>

GRANDES CULTIVOS. INTEREMPRESAS

<https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/582787-sector-de-patata-temprana-de-Andalucia-prueba-con-exito-uso-de-drones-frente-al-mildiu.html>

ECOMERCIO AGRARIO

<https://ecomercioagrario.com/mildron-avanza-en-la-lucha-contr-el-mildiu-en-el-cultivo-de-patata/>

PHYTOMA.COM

<https://www.phytoma.com/noticias/noticias-de-actualidad/los-drones-optimizan-la-deteccion-y-los-tratamientos-contr-el-mildiu-de-la-patata>

GISALIMENTARIO.ES

http://www.gisalimentario.es/empresas-agroalimentarias/inicio/mildron-alcanza-optimos-resultados-en-la-lucha-contr-el-mildiu_2182_3_2696_0_1_in.html

PYMES MAGAZINE

<https://pymesmagazine.es/actualidad/mildron-logra-resultados-destacados-en-la-lucha-sostenible-contr-el-mildiu-en-el-cultivo-de-la-patata/>

ARGENPAPA

<https://www.argenpapa.com.ar/noticia/15108-espana-el-sector-de-la-patata-temprana-de-andalucia-prueba-con-exito-el-uso-de-drones-frente-al-mildiu>

POTATO NEWS TODAY

<https://www.potatonewstoday.com/2024/12/18/mildron-revolutionizing-mildew-control-in-potato-crops-with-advanced-technology/>

3º) Uso del stand de Asociafruit en ferias internacionales como Fruit Attraction para difundir los resultados. Entendemos que este tipo de eventos, donde se concentra gran parte del sector productor y profesional tanto nacional como internacional, son un escenario inmejorable para poder difundir los resultados definitivos del Proyecto de Innovación. Para ello se ha diseñado e impreso una serie de folletos divulgativos que puedan respaldar la labor informativa presencial que desarrollará el personal de Asociafruit.

Fruit Attraction es la feria nacional del sector hortofrutícola de referencia. Se celebra en Madrid durante el mes de octubre, y está organizada por IFEMA y Fepex –Federación de la que forma parte Asociafruit-. El éxito de esta feria la convierte en el punto de conexión comercial de todo el conjunto de profesionales que integran toda la cadena de valor además de haberse consolidado como marco de innovación del mercado hortofrutícola. En Fruit Attraction, por tanto, se presentan anualmente un gran número de avances en el sector hortofrutícola, dirigidos a mejorar la competitividad del sector, así como a reducir su impacto ambiental, huella de carbono, minimizar el uso de productos fitosanitarios, etc.

Asociafruit, como empresa que forma parte de su comité organizador a través de su federación, participa en Fruit Attraction desde su primera edición, en 2009, con stand propio. Dentro de Fruit Attraction Andalucía es uno de los actores protagonistas. Nuestra región aporta 242 empresas y entidades al evento, de las que 124 lo hacen de manera agrupada en el pabellón andaluz que en 2019 superó los 6.380 metros cuadrados de superficie. Este pabellón lo gestiona Extenda –Empresa Pública Andaluza de Promoción Exterior-. El stand de Asociafruit, que forma parte de dicho pabellón andaluz, es de carácter institucional/asociativo y punto de encuentro estratégico tanto para todas las empresas del sector, como para profesionales e instituciones. En él se llevan a cabo presentaciones, reuniones de negocios, actos institucionales.

Por tanto, consideramos que es un foro ideal para la presentación y difusión de los resultados obtenidos en el Grupo Operativo. Con este fin, se ha encargado a una empresa de diseño y publicidad la creación e impresión de folletos divulgativos para respaldar la labor de información que realizará el personal de Asociafruit como representante del Grupo Operativo en la propia feria. El díptico está disponible en el enlace <https://www.asociafruit.com/wp-content/uploads/2020/04/MILDRON-DIPTICO.pdf>

En resumen, creemos que desde Asociafruit de manera directa como divulgador, más el impacto de presentarlo a través de múltiples medios de comunicación profesionales, a la vez que la página web propia y los dípticos de difusión, el espectro al que llega la información será muy amplio y profesional, cumpliendo con mucho los objetivos pretendidos.

HITOS	MES	ESTADO
Divulgación sectorial y profesional a través de medios propios de Asociafruit	M24	100%
Aparición en prensa y medios profesionales	M24	100%
Diseño e impresión de folletos para difusión en ferias internacionales	M24	100%

GESTIÓN DEL PROYECTO

La labor de gestión y coordinación del proyecto ha recaído sobre la entidad representante/coordinadora del mismo, que en este caso ha sido Asociafruit. Dicha labor, por tanto, se extiende mucho más allá de la fecha de inicio de los trabajos, comenzando prácticamente el día 1 de septiembre de 2020, al haberse presentado la solicitud de ayuda el 8 de octubre de 2020. En este sentido, podemos resumir que las tareas llevadas a cabo por Asociafruit respecto a la gestión y coordinación del proyecto se han centrado en 3 pilares:

1) Dirigir y coordinar el diseño del Grupo Operativo y servir de interlocutor ante la administración para la presentación de todos los anexos, requerimientos y solicitudes consensuadas con los miembros.

Entendemos que en este punto no se trata de hacer un análisis exhaustivo de todas las tareas del día a día que ha supuesto la gestión del Grupo Operativo, y que quedan mejor acreditadas en las fichas de justificación de horas y tareas presentadas, sino resaltar aquellos momentos en los que la coordinación y gestión se ha hecho más visible.

En este sentido, tras la presentación de la solicitud de ayuda (Anexo I), hasta la Resolución final donde se reconoce a Mildron como Grupo Operativo -con fecha 20 de diciembre de 2022- ha habido que llevar a cabo numerosas gestiones administrativas tanto en la presentación de documentación ante la administración como a la hora de informar al resto de miembros de todos los pasos que se iban dando.

Destacamos entre estas labores la gestión del Requerimiento al Anexo I, hecha en el mes de junio de 2021, y gestionada, presentada y consensuada con los miembros. Contactar con la Consejería e informar a los miembros sobre la primera Resolución con propuesta provisional de puntos donde Mildron aparece dentro de los beneficiarios, en julio de 2021, así como presentar toda la documentación relevante al Anexo II que hubo que solicitarla, explicarla y prepararla en su totalidad y, posteriormente, puesta al día al resto de miembros de la situación. También Asociafruit fue responsable del diseño del Acuerdo de Colaboración en su momento, adjuntado con este Anexo II. En septiembre de 2022 se publica la Resolución definitiva, para lo que el Grupo Operativo se reúne con objeto de ver cómo proseguir, pues Mildron se queda fuera al haber un problema con los plazos de presentación del Acuerdo de Colaboración. Analizado lo ocurrido tras contactar con la Consejería, se decide seguir adelante mediante la interposición de un Recurso Potestativo de Reposición que Asociafruit prepara y presenta. Finalmente, en diciembre de 2022, Mildron entra como Grupo Operativo y comienzan los trabajos en enero de 2023. Antes de empezarlos, se celebra una reunión con todos los miembros donde se decide presentar la aceptación definitiva. Como se ha citado anteriormente, esto es un resumen de labores destacando las más significativas, pero a lo largo de este período también ha habido gestiones del día a día dirigidas fundamentalmente a recabar información sobre los estados y situaciones de los expedientes, así como distintas reuniones dirigidas a informar al resto de miembros en cada momento de estos asuntos.

2) Dirigir y coordinar todas las tareas del proyecto, que son responsabilidad de cada miembro, asesorando sobre el cumplimiento de los compromisos adquiridos con el fin de asegurar la correcta ejecución del conjunto.

Las labores desarrolladas por Asociafruit a lo largo del período de ejecución de los trabajos han ido dirigidas a coordinar, asesorar y velar por el correcto desarrollo de todas las acciones planificadas, con el fin de asegurar la correcta ejecución de los trabajos que se han citado ya en la memoria técnica precedente y el cumplimiento de los acuerdos alcanzados en el Convenio de Colaboración por cada una de las partes implicadas en el proyecto. Como ocurre en el anterior punto, entendemos que lo relevante es destacar las tareas más significativas desarrolladas en esta fase, porque enumerar todo lo realizado en el día a día sería un trabajo ingente, que además está mejor detallado en las fichas de control de trabajos del personal vinculado al Grupo Operativo.

Así, a partir de enero de 2023 Asociafruit se encarga de hacer un seguimiento al cumplimiento de todas las tareas descritas en este informe. No obstante, también lleva a cabo labores de interlocución con la Consejería y gestión y presentación de documentos y solicitudes. De esta manera, en el mismo mes de enero de 2023 ya se elaboran y comunican a la Consejería las fichas para la difusión Mildron en la AEI, según el

formato común de la EIP-AGRI, siendo también necesaria la coordinación de la información aportada por los miembros y su traducción al inglés. A lo largo del desarrollo de las acciones planificadas en la memoria técnica del proyecto se controla el cumplimiento de los plazos y compromisos adquiridos por todos los miembros, así como las distintas compras y gastos para que sean conforme a lo presupuestado. Se mantiene contacto con la Consejería y la persona responsable del proyecto para comunicar las variaciones que se iban dando en las parcelas objeto del estudio, en función de las condiciones de cada una de ellas, para intentar cumplir con todo lo estipulado, garantizando así el correcto desarrollo del mismo. Entre enero y febrero de 2024 también se gestiona, diseña y presenta la memoria anual, y se prepara y atiende la visita de control del Grupo Operativo en junio de 2024. Se coordinan las pruebas y visitas a campo entre las distintas partes que componen el Grupo Operativo tanto en 2023 como en 2024 y se van organizando diferentes reuniones tanto del Comité del Proyecto como bilaterales, para tratar trabajos específicos de alguno de los participantes en particular o aclarar dudas sobre la ejecución de los mismos. Por último, a lo largo de noviembre y diciembre de 2024 se incrementa mucho todo el trabajo de Asociafruit, sobre todo centrado en coordinar tiempos, supervisar resultados y memoria final junto con sus aportaciones a la misma, e ir elaborando modelos de justificación a presentar, organizando también la auditoría de todo el grupo. Las reuniones multilaterales que se han convocado y en las que se ha trabajado a lo largo del desarrollo de los trabajos comprometidos por Mildron han sido seis:

- 12 de enero de 2023. Participan todos los miembros. Puesta en marcha del Grupo Operativo. Puesta en común de los compromisos para cada una de las fases y detalle de las tareas inmediatas conforme a los primeros trabajos.
- 24 de enero de 2023. Participan todos los miembros. Problemas con las heladas. Nuevos calendarios para la fase documental. Estado del cultivo. Expectativas.
- 7 de noviembre de 2023. Participan todos los miembros. Puesta en común de los trabajos realizados hasta la fecha. Adelanto de trabajos y comunicación de modelos para resumen anual. Posibilidad de llevar a cabo trabajos que, dada la escasa aparición de Mildiu en primavera, puedan realizarse en noviembre con la patata de verdete, dado el calor y las lluvias del mes de octubre y el riesgo ante la posible aparición de Mildiu en estas fechas.
- 18 de enero de 2024. Participan todos los miembros. Coordinar la memoria anual. Planificación del año 2 y las tareas pendientes. Actuaciones de cada uno de los miembros conforme a los compromisos adquiridos.

- 26 de septiembre de 2024. Participan todos los miembros. Se vuelve a tratar la posibilidad de realizar trabajos con la patata de verdete en caso de que se destinen parcelas para su siembra.
- 18 de noviembre de 2024. Participan todos los miembros. Puesta en común de avances en la elaboración de memoria final y aportaciones para su finalización.

Sin embargo, incidimos en que esto no es más que destacar las labores más representativas, pero ha habido una dedicación en tiempo más allá de estos trabajos, para coordinar e informar a todos los miembros de las tareas/acciones que todas las partes iban realizando, así como supervisar los cumplimientos de los acuerdos alcanzados y la supervisión presupuestaria.

3) Coordinar la divulgación de las actuaciones y resultados.

Asociafruit ha sido, además de representante/coordinador, la responsable de la coordinación de la divulgación y la entidad encargada de llevar a cabo todas las acciones de divulgación de Mildron, tal y como se establecía en el Acuerdo de Colaboración y la Memoria de Divulgación. Aparte del diseño inicial del Plan de Divulgación, consensuado con el resto de miembros del Grupo Operativo, se ha contactado con todas las empresas dedicadas a la elaboración de los elementos promocionales que formaban parte del Plan, asesorando sobre las necesidades y alcance, así como con los distintos medios de comunicación y gabinetes de prensa sectoriales/económicos que han dado alcance a la difusión de nuestros resultados.

De todas estas tareas de gestión, control y coordinación, y tal y como puede revisarse en la memoria de los trabajos realizados en este mismo documento, podemos concluir que todas las empresas que forman parte de Mildron han cumplido íntegramente con los acuerdos y compromisos alcanzados en el Acuerdo de Colaboración. Solamente Alltitud Drones, S. L., puesto que su papel tenía especial relevancia, por fuerza mayor –pues no se han dado las condiciones necesarias a nivel meteorológico y de estado del cultivo para la aparición de Mildiu en las parcelas objeto de estudio-, ha tenido que cambiar el volumen de trabajos comprometidos en cuanto a la parte de fumigación y tratamientos se refiere, pues el resto de acciones sí se han visto ejecutadas íntegramente.

CONCLUSIONES

Todos los componentes del Grupo Operativo han desarrollado sus trabajos conforme a lo previsto. Durante todo el proceso, se han ido cumpliendo con todos los hitos marcados, excepto con la posibilidad de

llevar a cabo los tratamientos planificados, puesto que las condiciones meteorológicas que hemos sufrido en 2023 y 2024 no han propiciado la aparición del hongo o su correcto tratamiento a través de drones. No obstante, siempre que ha sido posible se han buscado alternativas que considerábamos válidas, como su sustitución por tratamientos a mochila por su parecido en cuanto a precisión y productos utilizados. Incluso se han duplicado tareas inicialmente no previstas, intentando poder cumplir con todas las labores comprometidas, ampliando a los meses de otoño y la patata extratemprana o de verdete los trabajos que en principio sólo estaban previstos para la patata temprana, de siembra en invierno y crecimiento y recolección en primavera. Las circunstancias dadas durante estos dos años las consideramos de carácter excepcional, puesto que tradicionalmente, y pese a que las campañas agrícolas sí estaban siendo más secas, había una concentración de lluvias en primavera, que unidas al incremento de las temperaturas propiciadas por el cambio climático, generaban un caldo de cultivo idóneo para la aparición del Mildiu.

En cualquier caso, esto no ha imposibilitado cumplir con los objetivos que nos marcamos con Mildron. Este proyecto ha evidenciado el gran potencial de las herramientas tecnológicas en la agricultura de precisión, destacando los beneficios de la detección temprana del Mildiu y el tratamiento localizado con drones. Los resultados han sido altamente satisfactorios, marcando el camino para futuras campañas que optimicen aún más estas prácticas.

Además, el uso de estas tecnologías no sólo mejora la rentabilidad del cultivo al reducir las pérdidas económicas asociadas al Mildiu, sino que también:

- Reduce significativamente el uso de fitosanitarios, contribuyendo a una agricultura más sostenible.
- Genera conocimiento técnico que puede ser transferido a otros cultivos y regiones con problemáticas similares.