

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



**SEGUIMIENTO EPIDEMIOLÓGICO DEL REPILO CAUSADO POR  
*Venturia oleaginea* EN UNA PARCELA DE OLIVOS EN LA  
COMARCA DEL COMTAT (ALICANTE).**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA  
TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ALUMNO: GABRIEL CANO MARTÍNEZ

TUTOR: JOSEP ARMENGOL FORTÍ

COTUTOR: ELISA GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ

Curso académico: 2020 – 2021

Valencia, 26 de Julio 2021

---

**SEGUIMIENTO EPIDEMIOLÓGICO DEL REPILO CAUSADO POR *Venturia oleaginea* EN UNA PARCELA DE OLIVOS EN LA COMARCA DEL COMTAT (ALICANTE).**

**RESUMEN:**

El repilo, causado por el hongo *Venturia oleaginea*, es la enfermedad más importante del olivar español, tanto por su extensión como por los perjuicios que ocasiona en condiciones favorables para su desarrollo. El ataque de este hongo se ve favorecido por condiciones de lluvia, plantaciones densas y mal aireadas, y olivares próximos a zonas húmedas, pudiendo ocasionar graves defoliaciones que debilitan progresivamente al árbol y originan importantes pérdidas económicas. *Venturia oleaginea* es un patógeno que tiene una fuerte dependencia de las condiciones ambientales para su desarrollo. Actualmente tenemos un mayor conocimiento de la biología y epidemiología de la enfermedad, aunque todavía falta información, sobre todo ligada a su capacidad de esporulación en distintas condiciones climáticas. En este sentido, los objetivos de este trabajo son: (i) estudiar el desarrollo de las infecciones de repilo (sintomáticas y latentes) en hojas de un olivar de la comarca del Comtat durante la campaña de cultivo 2020-2021, (ii) estudiar la intensidad de la esporulación sobre esas lesiones y (iii) evaluar la relación entre las condiciones climáticas, la información aportada por los modelos epidemiológicos existentes (olivo.net) y la aparición de lesiones en hoja, y su esporulación. Para ello se realizó el seguimiento epidemiológico del repilo en una parcela de olivos de la variedad Blanqueta situada en la localidad de Alcocer de Planes, en la comarca del Comtat (Alicante), siguiendo un protocolo de monitoreo de la enfermedad. Se cogieron 100 hojas de 5 árboles, realizando muestreos quincenales en los que se valoró la incidencia y la severidad del repilo, las infecciones latentes mediante el método de la sosa, y la cuantificación de la esporulación de *V. oleaginea* en hojas con síntomas claros. Además, se recogieron datos de una estación climática situada en la zona que se utilizaron para comparar las salidas del modelo con los síntomas observados en campo. Los resultados obtenidos permitirán mejorar el conocimiento sobre la epidemiología del repilo en condiciones de cultivo de la Comunidad Valenciana y evaluar el modelo epidemiológico.

**PALABRAS CLAVE:**

Esporulación; hongo fitopatógeno; *Olea europaea*

---

---

**EPIDEMIOLOGICAL MONITORING OF OLIVE SCAB CAUSED BY *Venturia oleaginea* IN  
AN OLIVE TREES ORCHARD IN THE COMTAT REGION (ALICANTE).**

**SUMMARY:**

Olive scab, caused by the fungus *Venturia oleaginea*, is the most important disease of the Spanish olive crops, both for its extension and for the damage it causes under favorable conditions for its development. The attack of this fungus is favored by rainy conditions, dense and poorly aerated plantations, and olive groves close to humid areas, which can cause serious defoliation that progressively weakens the tree and cause significant economic losses. *Venturia oleaginea* is a pathogen that has a strong dependence on environmental conditions for its development. We currently have greater knowledge of the biology and epidemiology of the disease, although information is still lacking, especially related to its sporulation capacity in different climatic conditions. In this sense, the objectives of this work are: (i) to study the development of olive scab infections (symptomatic and latent) in an olive orchard of the Comtat region during the 2020-2021 growing season, (ii) to study the intensity of sporulation on these lesions, and (iii) evaluate the relationship between environmental conditions, the information provided by existing epidemiological models (olivo.net) and the appearance of lesions on leaves, and their sporulation. For this, epidemiological monitoring of the olive scab was carried out in a plot of olive trees of the Blanqueta variety located in the town of Alcocer de Planes, in the Comtat region (Alicante), following a disease monitoring protocol. Each two weeks 100 leaves were taken from 5 trees. In these leaves the incidence and severity of olive scab, and the presence of latent infections by the soda method, were evaluated. Moreover, the sporulation of *V. oleaginea* in leaves with clear symptoms was quantified. In addition, data were collected from a climatic station located in the area that were used to compare the outputs of the model with the symptoms observed in the field. The results obtained will improve the knowledge about the epidemiology of olive scab in the Valencian Community conditions and will allow to evaluate the epidemiological model.

**KEY WORDS:**

Sporulation; *Olea europaea*; phytopathogenic fungus

---

---

## **Agradecimientos**

*Quiero dar las gracias a mi familia, en especial a mis padres y hermano, por ser como soy y darme la oportunidad de que todo esto sea posible.*

*Agradecer a la persona más importante que la vida me ha regalado, mi pareja, gracias por ayudarme, apoyarme, aguantarme y darme fuerzas para seguir luchando en los peores momentos.*

*Agradecer también a mi tutor y profesor Josep Armengol Fortí la oportunidad y el conocimiento que me ha ofrecido. A Elisa González, por el interés, el ánimo y la ayuda que he recibido en todo momento, gracias. Y a otros muchos profesores que a lo largo de estos años han aportado su granito de arena a mis conocimientos.*

*Dar gracias a todos los amigos y compañeros que a lo largo del tiempo la vida me ha regalado y que en los momentos de verdad siempre están para dar fuerzas y ánimos para superar todas las barreras que se pongan por delante.*

*Quiero agradecer con mucho cariño a todo el personal sanitario que sigue presente en mi vida, en especial a los oncólogos, hematólogos y enfermeras del Hospital Clínico Universitario de Valencia, que han hecho posible que esté acabando de escribir estas líneas.*

*También quiero darle las gracias a una persona anónima, que sin conocerme de nada me ha dado parte de él o de ella y ha hecho que pueda seguir con mi vida.*

***“Para poder seguir a veces hay que empezar de nuevo”***

---

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	EL CULTIVO DEL OLIVO .....	1
1.1.1.	EL CULTIVO DEL OLIVO COMUNIDAD VALENCIANA.....	2
1.2.	EL REPILO DEL OLIVO.....	3
1.3.	MODELO Y SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES .....	6
2.	OBJETIVOS .....	9
3.	MATERIAL Y METODOS .....	9
3.1.	DATOS DE LA PARCELA DE ESTUDIO .....	9
3.2.	TOMA DE MUESTRAS Y EVALUACIÓN DEL REPILO.....	12
3.3.	DATOS CLIMÁTICOS Y PREDICCIÓN DE INFECCIÓN Y ESPORULACIÓN .....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1.	SEGUIMIENTO DE LAS INFECCIONES DE REPILO EN CAMPO .....	16
4.2.	DATOS CLIMÁTICOS Y PREDICCIÓN DE INFECCIÓN Y ESPORULACIÓN .....	18
5.	CONCLUSIONES .....	22
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	23
7.	ANEJOS .....	25

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Olivar ecológica en la comarca del Comtat (Alicante). Fuente: Propia.....	2
Figura 2. Conidios bicelulares de <i>V. oleaginea</i> (aumento 100X). Fuente: Propia.....	4
Figura 3. Ciclo repilo del olivo causado por <i>V. oleaginea</i> . Fuente: Roca et al., 2006. ....	4
Figura 4. Hojas afectadas por <i>V. oleaginea</i> . Fuente: Propia. ....	5
Figura 5. olivo.net es una herramienta web capaz de: (1) Recoger información/datos a tiempo real de los diferentes componentes del olivar (2) Analizar los datos utilizando técnicas de modelización avanzadas; (3) Proporcionar al técnico información actualizada a nivel de parcela, en forma de avisos y sistemas de ayuda a la toma de decisiones; (4) Recalibrar el sistema en función de las prácticas culturales que se lleven a cabo durante la campaña. Fuente: Enoviticultura nº56. ....	7
Figura 6. Módulos que componen el DSS olivo.net. Los triángulos rellenos indican las funcionalidades ya operativas y los huecos las funcionalidades en desarrollo y/o proceso de validación. Fuente: olivo.net.....	8
Figura 7. Ejemplo de salida olivo.net: información sintética. Fuente: olivo.net.....	9
Figura 8. Ubicación Finca Verdecho. Fuente: Google Maps. ....	10
Figura 9. Parcela seleccionada para la recogida de muestras. Fuente: Google maps. ....	11
Figura 10. Recolección aceituna Blanqueta. Fuente: Propia. ....	11
Figura 11. Escala diagramática de síntomas de repilo. Fuente: Ciencia Rural, v.47, n.6, 2017. <a href="http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160923">http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160923</a> .....	13
Figura 12. Prueba infecciones latentes de <i>V. oleaginea</i> mediante el método de la sosa. Fuente: Propia.....	14
Figura 14. Escala para la cuantificación de la densidad de esporulación. Fuente: Propia.....	15
Figura 15. Requerimientos mínimos de temperatura y horas de humectación para el desarrollo de infecciones de distintas especies de <i>Venturia</i> en frutales. Fuente: González-Domínguez et al., 2017. ....	16
Figura 16. Incidencia de repilo en hojas en infecciones visibles y latentes. Fuente: Propia. 17	
Figura 17. Porcentaje de severidad visible y latente. Fuente: Propia.....	17
Figura 18. Valores medios de la densidad de esporulación. Fuente: Propia. ....	18
Figura 19. Gráfica representación datos meteorológicos. Línea azul claro (% HR), línea roja (Tº media °C) y barras azul oscuro (precipitaciones mm). Fuente: Propia.....	19
Figura 20. Puesta en práctica modelo empírico esporulación a partir de la temperatura mínima. Línea azul valor temperatura 12,8 ° C, línea roja valores temperaturas mínimas diaria, recuadro naranja climatología optima esporulación y recuadro verde, detención de la esporulación. Fuente: Propia. ....	20
Figura 21. Porcentaje de hojas con síntomas de lesiones visibles. Fuente: Propia. ....	26
Figura 22. Porcentaje de hojas con síntomas de lesiones latentes. Fuente: Propia.....	27

---

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Labores anuales aplicadas en las parcelas de olivo en la Finca Verdecho. ....	10
Tabla 2. Número de muestreos realizados, fecha y estado fenológico del olivar. ....	12
Tabla 3. Relación entre los períodos infectivos predichos con el modelo con repuntes de infecciones y severidad en lesiones latentes. ....	20
Tabla 4. Datos recogidos de incidencia y severidad. ....	25
Tabla 5. Datos recogidos de infecciones latentes. ....	26
Tabla 6. Datos recogidos de la cuantificación de la esporulación. ....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. EL CULTIVO DEL OLIVO

El olivo (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *europaea*) es uno de los árboles cultivados desde más antiguo y tradicionalmente extendido a lo largo de toda la Cuenca Mediterránea. Su cultivo se remonta al Neolítico, 3.000 a 4.000 años a.C. Muchos historiadores consideran que proviene de Siria, del Asia Menor, y del Oriente Próximo, donde creció originalmente en abundancia antes de ser cultivado. Sin embargo, también crecían olivos en el Norte de África, España y en Grecia, lo que hace incierto su origen exacto (Picornell y Melero, 2013).

El hábitat del olivo se concentra en las latitudes 30º y 45º, tanto en el Hemisferio Norte como en el Hemisferio Sur, en regiones climáticas de tipo Mediterráneo, caracterizadas por un verano seco y caluroso (Agustí, 2010). Desde el punto de vista botánico, el olivo cultivado es un árbol perenne de gran rusticidad y longevidad, que vegeta apropiadamente en climas áridos y sub-áridos, con suelos pobres, aunque su mejor desarrollo se produce en climas mediterráneos. El olivo presenta una estructura de tamaño mediano, con una altura que varía de 4 a 8 m, dependiendo del sistema de poda, de recolección y del punto del injerto. Los caracteres del árbol como la densidad de la copa, el porte, el color de la madera y la longitud entre los nudos varían bastante según el cultivar (Ruíz, 2015). En general, se trata de un árbol con un poderoso sistema de raíces y, por tanto, de copa (Barranco et al., 2017).

De las axilas de las hojas se desarrollan las inflorescencias en forma de racimos o panículas flexibles y normalmente con unas 5 o 7 ramificaciones secundarias y entre 10 y 48 flores, siendo las flores terminales de la inflorescencia de cada una de las ramificaciones las que se consideran como completas y las que frecuentemente se quedan fecundadas (López-Cortés y Salazar Hernández, 2017). La aceituna, es una drupa de forma ovalada de tamaño variable en función de las variedades, suelos, climatologías, etc. En la aceituna se distinguen principalmente dos partes bien diferenciadas, el pericarpio y el endocarpio (Kiritsakis, 1992).

Los diferentes cultivares de olivo se clasifican según la aptitud que presenten para almazara y obtención de aceite y, por otro lado, los idóneos para la producción de aceituna de verdeo para mesa o conservas. Al igual que en otros muchos países olivareros, el material vegetal del olivo cultivado en España está constituido por un gran número de cultivares (se han descrito hasta 262 cultivares diferentes), todos ellos muy antiguos y cuya difusión está restringida en torno a su posible lugar de origen. En general, las zonas productoras se caracterizan por poseer una variedad dominante, adaptada a las condiciones de suelo y clima (Barranco et al., 2008).

En la actualidad, en el Mundo existen alrededor de 10,5 millones de hectáreas de olivos con una producción total de 19,5 millones de toneladas según los datos estadísticos de la FAO del año 2019 (FAOSTAT). España es el país con mayor superficie y producción de olivar del mundo. Según los últimos datos estadísticos disponibles del Ministerio de Agricultura de superficies y producciones del 2019, cerca de 5,96 millones de toneladas de aceitunas se han producido en 2,60 millones de hectáreas, que están dedicadas al cultivo del olivo, de las cuáles el 78,1 % están cultivadas en secano, mientras que el 21,9% restante están cultivadas en regadío, representando más de una cuarta parte de la superficie total mundial dedicada a este cultivo. En cuanto a la distribución del olivar en España, ésta es muy desigual en las diferentes comunidades autónomas, destacando Andalucía con un 63,17 % de hectáreas de la superficie total de España, seguido de Castilla la Mancha con un 15,34 %, Extremadura con el 8,02 %, Cataluña con el 4,49 % y en quinto lugar la Comunidad Valenciana con 3,83 % (MAGRAMA, 2019).

En el año 2019, solo el 8,21% de la producción de aceituna se ha destinado para aderezo, el 91,79 % restante se ha destinado en aceituna para almazara cuya exportación ha crecido en un

10,7 % del año 2015 al 2019, alcanzando los niveles máximos en 2017 con un valor exportado de 3.674,68 M€, en 1,04 millones de toneladas de aceites de oliva. En cuanto al volumen de exportación, en 2019 ha aumentado respecto a años anteriores, no reflejándose en el valor económico de éstas debido a la caída en los precios medios, de 3,90 €/kg en 2017 a 2,72 €/kg en el último año. En cambio, el valor de la importación de aceite de oliva en M€ ha disminuido de un 41,8 % en 2015 a un 35,7% en el 2019. Con respecto a volúmenes, las importaciones han tenido una disminución del 20,8% con respecto a los valores de 2015 y de 10,8% respecto a 2018 (Informe Anual de Comercio Exterior, 2019).

### 1.1.1. EL CULTIVO DEL OLIVO COMUNIDAD VALENCIANA

Profundizando en la olivicultura de la Comunidad Valenciana, el olivo se encuentra extendido por todo el territorio valenciano; de hecho, hasta los años 1940 - 1950 era uno de los cultivos que ocupaba una mayor superficie. Es por ello un cultivo importante, tanto desde el punto de vista económico como social, por la gran cantidad de mano de obra que ocupa, especialmente en algunas comarcas del interior, donde entre el 50-90% de la superficie cultivada está ocupada por el olivar (Iñiguez et al., 2001).

En cuanto a la caracterización de la olivicultura de la Comunidad Valenciana, ésta es minifundista, con parcelación de campos pequeños y diseminados, fuertes pendientes y acceso difícil que complican la mecanización. Además, se caracteriza por una escasa densidad de árboles por superficie, una alta diversidad varietal y una baja producción media, y la vecería o alternancia que, a pesar de haber mecanismos para disminuir su efecto, sigue siendo muy importante (CAJAMAR, 2013).

Según los datos de Superficies y Producciones de los Principales Cultivos de la Comunitat Valenciana, la distribución es similar en las tres provincias, donde destacan las comarcas del Comtat, l'Alcoià y l'Alt Vinalopó en la provincia de Alicante, con un 35,77 % de la producción total de la Comunidad Valenciana de 28.766 ha (Figura 1). Le siguen las comarcas del Baix Maestrat y el Alto Palancia en la provincia de Castellón cuya producción supone el 34,49 %, en una superficie de 32.930 ha. Menores porcentajes de producción tienen las comarcas de La Canal de Navarrés, la Vall d'Albaida, el Valle de Ayora, Camp del Turia, Plana de Utiel-Requena y la Hoya de Buñol de la provincia de Valencia con el 29,74 %, en 32.045 ha (GVA, 2019).



*Figura 1. Olivar ecológica en la comarca del Comtat (Alicante). Fuente: Propia.*

En cuanto a los cultivares de aceituna de la Comunidad Valenciana, se diferencian varios grupos, siendo los principales aquellos que ocupan una superficie importante de terreno cultivado en al menos una de las comarcas, como Alfafara, Blanqueta, Changlot Real, Farga, Morrut, Rojal de Alicante, Serrana de Espadán y Villalonga. Los secundarios, son los cultivares que, siendo base en plantaciones regulares en varias comarcas, no llegan a predominar en ninguna de ellas, como la Arbequina, Borriolenca, Callosita, Cuquillo, Empeltre, Llumeta, Millarenca, Picual, Rojal de Valencia y Sollana (Ruíz, 2015).

Como acabamos de comentar, la olivicultura tiene una gran importancia tanto en España como en la Comunidad Valenciana, es por ello por lo que también cobran un especial interés sus plagas y enfermedades, y el control sostenible de éstas. De entre las enfermedades del olivo, este trabajo se centrará en el estudio de una de las más importantes, el repilo, y, por tanto, es la enfermedad que se describe con más detalle a continuación.

## 1.2. EL REPILO DEL OLIVO

El control sostenible de las enfermedades aéreas del olivo es uno de los retos más importantes de la olivicultura actual. El repilo, causado por el hongo *Venturia oleaginea*, es la enfermedad más importante del olivar español, tanto por su extensión como por los perjuicios que ocasiona en condiciones favorables para su desarrollo, como son años lluviosos, plantaciones densas y mal aireadas, y olivares próximos a zonas húmedas. Este hongo patógeno ocasiona graves defoliaciones, debilitando progresivamente al árbol y originando unas pérdidas medias de cosecha estimadas en más del 6%, aunque en ciertos años y lugares el repilo pueda resultar catastrófico (De Andrés, 1991; Trapero et al., 2017).

La nueva olivicultura intensiva, que implica un sistema más forzado de cultivo, mayores densidades de plantación, mayores aportes de riego y de fertilizantes, está contribuyendo al incremento del repilo y otras enfermedades fúngicas aéreas que afectan a las hojas y a las aceitunas, y que tienen especial relevancia en el olivar (Trapero et al., 2017). Por otro lado, la alta variabilidad climática del mediterráneo contribuye con demasiada frecuencia a una ruptura del equilibrio sutil generado entre el olivo y sus patógenos u otros agentes adversos, de manera que cuando se rompe este equilibrio da lugar a graves ataques y a considerables pérdidas en la producción (Barranco et al., 2017).

La enfermedad del repilo, también llamada ojo de pavo o vivillo, fue identificada por primera vez en 1845, cuando su agente causal fue descrito como *Cyloconium oleaginum* (Shubert et al., 2003). Otras denominaciones como: *Fusicladium oleagineum* (Viruega et al., 2011; Rhouma et al., 2013; Roubal et al., 2013) y *Spilocaea oleagina* (Obanor et al., 2006; Rahioui et al., 2013; Viruega et al., 2013; Moral et al., 2015) han sido utilizados como sinónimos en la bibliografía (Romero, 2017). Las especies pertenecientes al género *Fusicladium* son estados anamórficos del género *Venturia*, este género incluye importantes patógenos causantes de moteado en otros cultivos, como *V. inaequalis* en manzano, *V. pyrina* en peral o *F. eriobotryae* en níspero, destacando que en el caso de *V. oleagina* nunca se ha descrito su fase sexual en campo (González-Domínguez et al., 2017).

El desarrollo de este patógeno queda restringido a la cutícula de los tejidos afectados, formando un entramado de hifas, de las que emergen al exterior conidióforos simples que producen sucesivas esporas asexuales o conidios. Los conidios son bicelulares, obpiriformes, de color castaño claro y de 15-30 × 9-15 µm, con pared rugosa, truncados por la base y más estrechos y alargados en el ápice (Figura 2) (Trapero y Blanco, 2008).

El patógeno sobrevive durante los períodos adversos, de alta temperatura y baja humedad, en las hojas caídas, y principalmente en las hojas afectadas que permanecen en el árbol. Los

conidios formados en hojas caídas tienen muy poca importancia en la dispersión de la enfermedad. Tras un período húmedo, el hongo esporula sobre las manchas foliares, y los conidios son dispersados por la lluvia a cortas distancias, sobre todo hacia la parte inferior del árbol. Una vez que alcanzan tejido susceptible necesitan al menos 12 horas de agua libre para germinar y una temperatura de 5-25°C para producir una nueva infección (Trapero y Blanco, 2008).

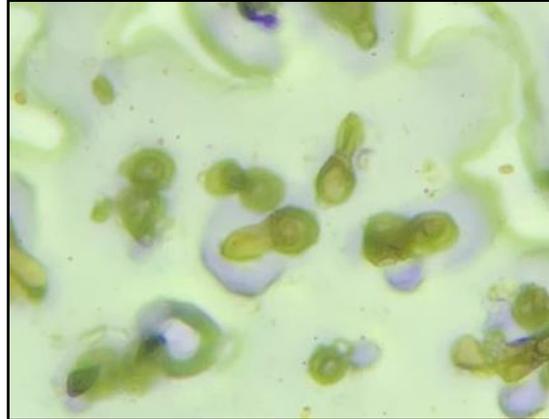


Figura 2. Conidios bicelulares de *V. oleaginea* (aumento 100X). Fuente: Propia.

El ciclo de patogénesis (Figura 3), consta de seis fases principales: Infección, que comprende la germinación del conidio y la penetración del hongo a través de la cutícula de la hoja (I), desarrollo vegetativo bajo la cutícula de la hoja, gracias a la acción degradativa de enzimas tales como cutinasas, lipasas, celulasas y pectinasas, secretadas por las hifas del hongo (II), emisión de hifas hacia la superficie foliar perforando nuevamente la cutícula (III), formación de los conidióforos una vez alcanzada la superficie foliar (IV), esporulación (V) y aparición de la mancha sobre la hoja, debido a la acumulación de masas de conidios y conidióforos (Roca et al., 2006)

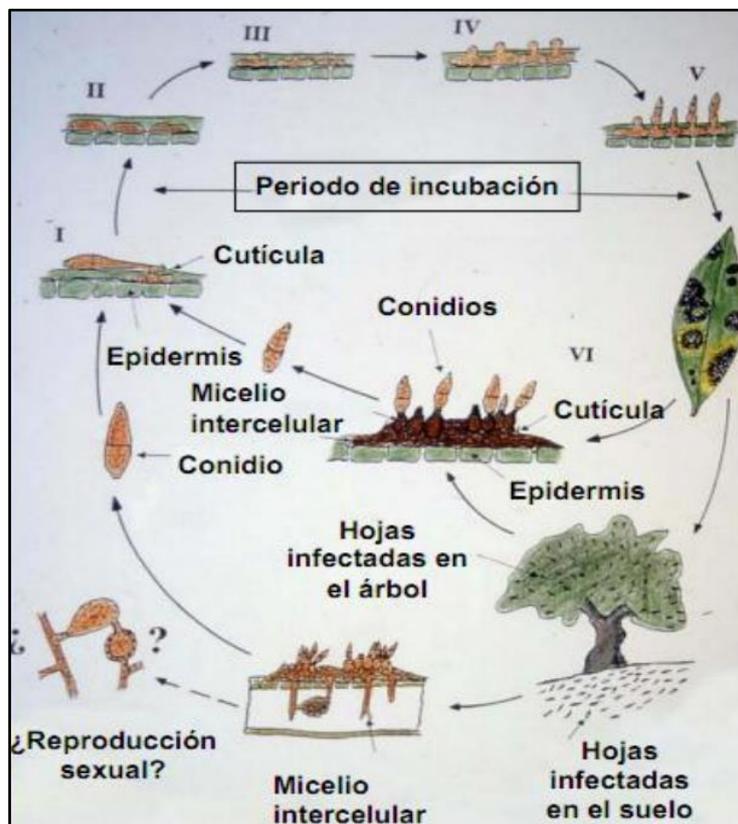


Figura 3. Ciclo repilo del olivo causado por *Venturia oleaginea*. Fuente: Roca et al., 2006.

En condiciones de clima mediterráneo puede haber conidios viables la mayor parte del año, principalmente durante el período de otoño-invierno. Tras un periodo húmedo puede producirse una nueva tanda de conidios viables disponibles para la dispersión e infección, haciendo esto que en los ambientes mediterráneos existan infecciones durante todo el año, con dos máximos, uno en otoño y otro al comienzo de la primavera. Si la primavera se presenta fresca y lluviosa, la abundancia de inóculo y la existencia de hojas nuevas (más susceptibles) pueden dar lugar a infecciones severas. Las infecciones de primavera permanecen latentes durante el verano, sin producir caída de hojas. En otoño-invierno, con temperaturas más frescas, se desarrolla el síntoma sobre estas hojas, que son la fuente de inóculo más importante para las infecciones de ese período (Trapero y Blanco, 2008).

Para que se establezca la infección se requiere de agua libre durante uno o dos días, según la temperatura. Tras la infección, el desarrollo del hongo queda restringido a la capa cuticular de las paredes de las células epidérmicas, hábitat que le proporciona nutrientes, un pH subalcalino favorable para sus enzimas extracelulares, y una protección contra la desecación y la radiación excesiva (Trapero y Blanco, 2008). El período de tiempo que transcurre desde la infección hasta aparición de síntomas se conoce como período de incubación, el cual está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales y puede variar entre 4 y 21 semanas (López-Doncel et al., 2000) (Figura 3).

Los síntomas más característicos de la enfermedad se muestran en el haz de las hojas, donde se aprecian unas manchas circulares de tamaño variable y de color marrón oscuro, debido a las esporas del agente causal, y a veces rodeadas de un halo amarillento característico (Figura 4). El patógeno sobrevive durante los periodos desfavorables, tiempo seco y caluroso, en las hojas caídas y, sobre todo, en las hojas afectadas que permanecen en el árbol, llegando incluso a una completa defoliación y desecación de ramas (Barranco et al., 2017).



*Figura 4. Hojas afectadas por V. oleaginea. Fuente: Propia.*

Los síntomas en el envés de la hoja son menos aparentes y consisten en zonas ennegrecidas intermitentes a lo largo del nervio central (Trapero et al., 1998). En casos de infecciones severas se pueden apreciar síntomas en el pedúnculo del fruto y en el fruto (González-Lamothe et al.,

2002). La infección del fruto, aunque es muy rara, perjudica la calidad de este y reduce su rendimiento graso, pero no afecta la calidad de su aceite (Trapero y Blanco, 2008).

En cuanto al manejo, debido a la importancia que presenta la elevada humedad ambiental para el desarrollo de esta enfermedad, es recomendable realizar medidas de manejo culturales que favorezcan la ventilación de los árboles, tales como poda de apertura de la planta y la elección de un marco de plantación que permita la aireación y evite el sombreado (Trapero y Blanco, 2008). También se recomienda una fertilización equilibrada, ya que el exceso de nitrógeno y la deficiencia de potasio favorecen infecciones causadas por *V. oleaginea* (Bohórquez et al., 1998; De Andrés, 1991).

Es recomendable elegir variedades menos susceptibles. Si bien en el país no hay aún ninguna investigación realizada, el desarrollo de resistencia a *V. oleaginea* está incluido en el programa de mejora genética que se desarrolla en Andalucía (Moral et al., 2005; Rallo et al., 2005).

En caso de presencia del patógeno en el olivar, el control químico recomendado se basa en productos cúpricos y mezclas de cobre con fungicidas como ditiocarbamatos y ftalamidas. Las aplicaciones deben realizarse antes de un evento de lluvia para proteger la planta ante una posible infección. Los tratamientos de primavera son muy importantes, ya que reducen la infección primaria de las hojas nuevas, la cual será responsable de la epidemia del otoño-invierno siguiente. Ramos (1973) menciona que el cobre en el olivo puede penetrar por las aberturas producidas por el repilo y causar cierta toxicidad, lo que provoca una caída selectiva de hojas con lesiones y disminuye así la cantidad de inóculo. Dado que los tratamientos son preventivos, es necesario cubrir muy bien con el caldo fungicida todas las partes de la planta, preferentemente ramas bajas e interiores, que es donde más frecuentemente se desarrolla la enfermedad. A su vez, se debe considerar la persistencia del fungicida, ya que los períodos de infección pueden ser relativamente largos (Trapero y Blanco, 2008).

### 1.3. MODELO Y SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES

Cada día se tiene más en cuenta el impacto negativo de los fitosanitarios usados en la producción agraria, por ello la directiva europea relativa al uso sostenible de fitosanitarios (128/2009/EC) obliga a usar estrategias de control integrado de plagas y enfermedades (MIP), o la transición a la agricultura ecológica, con el objetivo de reducir el impacto en la salud humana y en el medio ambiente.

En este contexto, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones o “Decision Support Systems” (DSSs) suponen una de las herramientas más prometedoras para apoyar las estrategias de control en el manejo de los cultivos. Los DSSs son un tipo concreto de sistemas de información computarizada que ayudan a los agricultores a tomar decisiones sobre sus cultivos. Los DSSs integran conocimientos previos acerca del cultivo, modelos matemáticos e información a tiempo real, con el objetivo de asistir a los agricultores en la toma de decisiones diaria. De esta forma, los DSSs pueden facilitar a los agricultores el acceso al conocimiento científico (Gent et al., 2011).

Una de las claves en las estrategias de control es proteger los cultivos únicamente cuando sea necesario, es decir, cuando exista un riesgo de que el patógeno se desarrolle, infecte a la planta y cause daño (Rossi et al., 2012). La decisión de tratar un cultivo debe venir precedida de una evaluación de riesgos que tenga en cuenta las condiciones ambientales y agronómicas locales, y estar apoyada en un monitoreo de las enfermedades o plagas a tratar. Por ello, en comparación con la agricultura tradicional, la aplicación de esta tecnología hace necesario más conocimiento sobre el cultivo y que el proceso de toma de decisiones sea mucho más complejo (Rossi et al., 2012).

Actualmente, los DSSs son herramientas útiles para ayudar a la toma de decisiones en la protección de los cultivos, y son en su mayoría plataformas web de fácil acceso. El presente trabajo final de máster se ha realizado con la ayuda del modelo incluido en el sistema de toma de decisiones olivo.net, cuya plataforma se muestra en la Figura 5.



Figura 5. olivo.net es una herramienta web capaz de: (1) Recoger información/datos a tiempo real de los diferentes componentes del olivar (2) Analizar los datos utilizando técnicas de modelización avanzadas; (3) Proporcionar al técnico información actualizada a nivel de parcela, en forma de avisos y sistemas de ayuda a la toma de decisiones; (4) Recalibrar el sistema en función de las prácticas culturales que se lleven a cabo durante la campaña. Fuente: Enovicultura nº56.

El DSS olivo.net es un sistema de apoyo a las decisiones desarrollado por Horta ([www.horta-srl.com](http://www.horta-srl.com)), un spin-off de la Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza, Italia). olivo.net es una plataforma web, a la que se accede a través de la web de Horta mediante un nombre de usuario y contraseña, que ha sido desarrollada con el objetivo de ayudar al agricultor a tomar la decisión justa, en el momento justo. Para ello, el funcionamiento de olivo.net se articula en 4 fases (Figura 6):

- 1) Monitoreo del cultivo.** Previo al uso del DSS, el agricultor debe crear en el sistema una o varias Unidades Productivas (UPs), de las que se definirán sus principales características. Una UP se define como la porción del olivar que se gestiona de una manera uniforme a lo largo de la estación de cultivo. Por tanto, es el agricultor, en función del tipo de gestión del olivar, el que debe definir el número de UPs. Esta característica de olivo.net permite al agricultor una gestión diferenciada entre sus cultivos; por ejemplo, una aplicación diferenciada de los tratamientos fitosanitarios, o una distribución variable de los fertilizantes. Una vez constituida la UP, el DSS es capaz de recoger información a tiempo real del ambiente del olivar: suelo (mediante sensores de temperatura y humedad), condiciones meteorológicas (mediante sensores de temperatura, humedad relativa, precipitación y humectación) y el estado de la planta, plagas y enfermedades (mediante monitoreo). Todos estos sensores forman una red wireless que envía la información directamente al sistema.
- 2) Análisis e interpretación de los datos.** Las características de la UP y los datos ambientales enviados a través de los sensores son continuamente analizadas por el DSS olivo.net mediante técnicas de modelización avanzada, e interpretados automáticamente a través de reglas que tienen en cuenta el conocimiento experto. Tanto el análisis como la interpretación de los datos se puede considerar el motor del DSS, ya que a través de éstos se puede proveer al agricultor de informaciones y avisos (Figura 6).

- 3) **Apoyo a la decisión.** El DSS proporciona, para cada UP, informaciones y alertas de los principales componentes del olivar, pero deja al usuario el decidir cómo y dónde intervenir. Este concepto es clave en los sistemas de ayuda a la toma de decisiones; el DSS no está diseñado para reemplazar al olivicultor o a la persona encargada de tomar las decisiones, sino para ayudarle en su elección a través del acceso a información específica del olivar (Figura 6). En el caso de olivo.net, el sistema tiene un enfoque holístico, ya que ofrece información de los aspectos claves del manejo del olivar, entre ellos, la fenología del cultivo y el desarrollo vegetativo, el riesgo de infección de determinadas enfermedades (repilo y antracnosis) y plagas (mosca del olivo y prays del olivo), la protección debida al último tratamiento fungicida, la dosis óptima de aplicación, o el balance hídrico (Figura 6). Además, la estructura del DSS olivo.net permite que se puedan introducir fácilmente otros componentes a partir de resultados de nuevas investigaciones. La información gráfica aportada por olivo.net es simple e intuitiva, y se actualiza cada hora en función de los datos que recibe cada UP. Esta información se puede explorar a dos niveles de detalle: sintética (muestra la información clave actualizada del nivel de alerta; Figura 7) o detallada (muestra de forma gráfica la dinámica durante la estación de la salida del modelo).
- 4) **Ejecución de la operación.** Actualmente el DSS permite al usuario registrar de una forma simple las operaciones agronómicas realizadas en la UP. Con esta información, el DSS sabe que el estado de la UP se ha modificado y recalibra los modelos en función de esta información (Figura 6). Por ejemplo, el DSS permite introducir un tratamiento fitosanitario. Esta información, junto con los avisos de riesgo de infección permitirá al usuario posicionar mejor los tratamientos fungidas a lo largo de la estación.

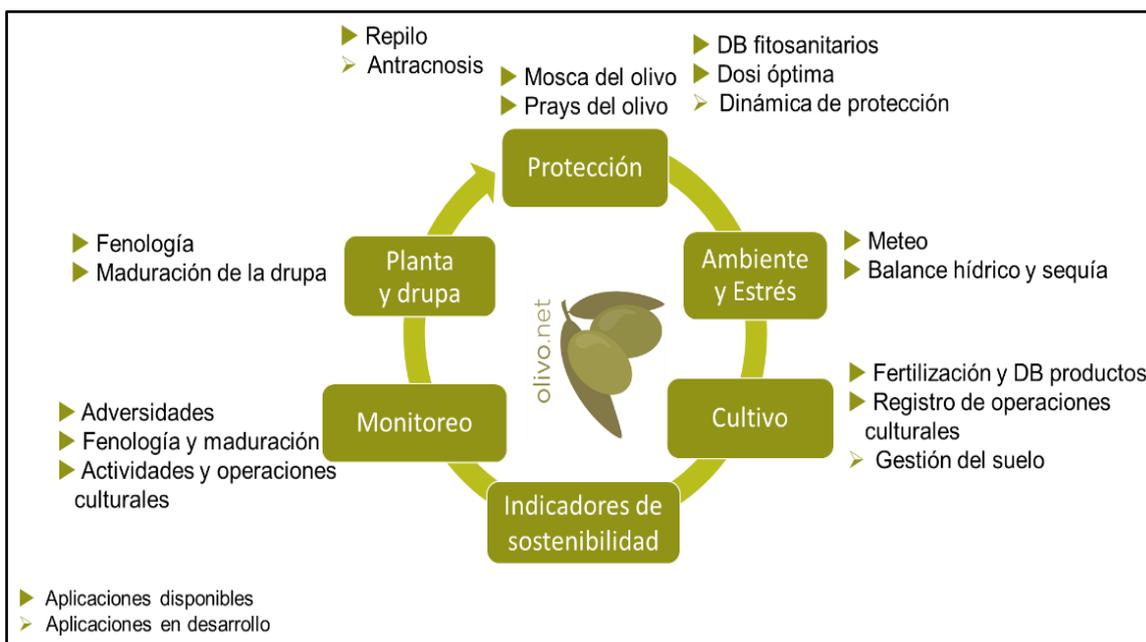


Figura 6. Módulos que componen el DSS olivo.net. Los triángulos rellenos indican las funcionalidades ya operativas y los huecos las funcionalidades en desarrollo y/o proceso de validación. Fuente: olivo.net.

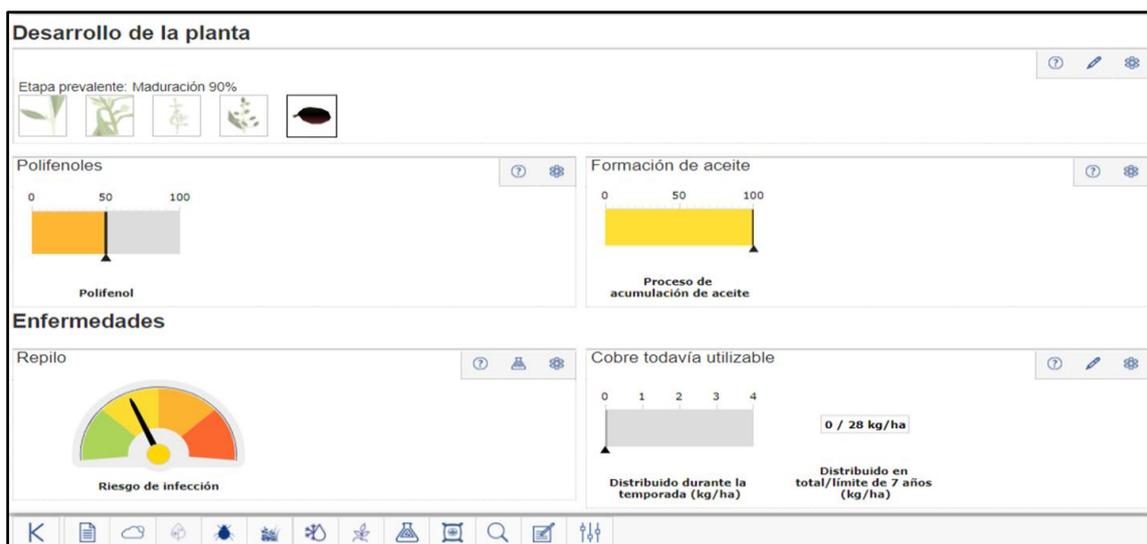


Figura 7. Ejemplo de salida olivo.net: información sintética. Fuente: olivo.net.

## 2. OBJETIVOS

Cada día se tiene mayor información sobre las enfermedades fúngicas que afectan al olivo, aunque todavía necesitamos conocer mejor determinados aspectos de su biología y epidemiología. En el caso del repilo, falta información acerca de la capacidad de esporulación del patógeno en distintas condiciones climáticas. Además, en los últimos años se han desarrollado distintos modelos epidemiológicos para predecir su desarrollo, los cuales pueden ser utilizados por los olivicultores. En este sentido, los objetivos de este trabajo son:

- I.) Estudiar el desarrollo de las infecciones de repilo (sintomáticas y latentes) en hojas de un olivar de la comarca del Comtat durante la campaña de cultivo 2020-2021.
- II.) Estudiar la intensidad de la esporulación sobre esas lesiones.
- III.) Evaluar la relación entre las condiciones climáticas, la información aportada por los modelos epidemiológicos existentes (olivo.net) y la aparición de lesiones en hoja, y su esporulación.

## 3. MATERIAL Y METODOS

A continuación, se van a detallar los materiales y métodos utilizados para llevar a cabo el presente trabajo:

### 3.1. DATOS DE LA PARCELA DE ESTUDIO

La parcela seleccionada está ubicada en la finca *Verdecho*, en el término municipal de Alcocer de Planes, en la Comarca del Comtat, al norte de la provincia de Alicante, más concretamente en el polígono 2 parcela 50 (Figura 8).

La finca *Verdecho* se encuentra en el margen derecho de la cola del embalse de Beniarrés, a unos 350 metros sobre el nivel de mar. Con una superficie de 13 hectáreas, la finca se enclava en las estribaciones del Parque Natural de la Sierra Mariola y está protegida al norte por la "Solana del Benicadell". Para salvar la complicada orografía del terreno los olivos se desarrollan en terrazas que van descendiendo hacia el embalse.



Figura 8. Ubicación Finca Verdecho. Fuente: Google Maps.

Los olivos, plantados entre 1950 y 1987, son de las variedades autóctonas Alfafrenca y Blanqueta, variedades emblemáticas y características de las Montañas de Alicante. El manejo del cultivo se hace siguiendo la normativa de cultivo ecológico. Debido a la cercanía de la finca a zonas con una alta humedad, la incidencia del repilo ha sido tradicionalmente muy importante. Esta característica la hace idónea para estudiar la epidemiología de la enfermedad y evaluar los modelos epidemiológicos.

En cuanto al manejo del cultivo, las labores anuales que se hacen a toda la finca se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Labores anuales de cultivo aplicadas en las parcelas de cultivo de olivo en la Finca Verdecho.

EPOCA	ACTIVIDAD	PRODUCTO	DOSIS
Enero	- Abonado de cobertera	FERCRISA TRIPLE 5	400 kg/ha
Febrero	- Poda de invierno - Hilerados restos de poda	-	-
Marzo	- Triturado líneas de restos de poda - Tratamiento fúngico post-poda (repilo y tuberculosis)	CUPROCOL	2 l/ha
Abril	- Abono foliar (prefloración y cuajado)	FERTIX PLUS MICROELEMENTOS + ALGAGREEN FRUIT/OLIVO	300 cc/hl + 500 cc/hl
Mayo	-	-	-
Junio	- Siega cubierta vegetal o labrado	-	-
Julio	- Colocación trampas mosca ( <i>Batrocera oleae</i> )	Conetrap Bactrocera	30 trampas/ha
Agosto	- Desvaretar y limpieza de zoca.	-	-
Septiembre	-	-	-
Octubre	- Recolección aceituna, mediante pinza vibradora y manto tradicional	-	-
Noviembre	- Tratamiento fúngico post-recolección	CUPROCOL	2 l/ha
Diciembre	-	-	-

\*En años de condiciones climáticas adversas (nieve, granizo...) se realiza tratamientos cúpricos (Hidrocuper, 2,5 l/ha).

En concreto, la parcela escogida para la recogida de muestras (Figura 9) es de la variedad de aceituna Blanqueta, cuya importancia de cultivo y extensión en la zona es muy relevante. El marco de plantación del olivar es de 7 x 8 y la parcela seleccionada para realizar los muestreos no dispone de riego. Además, hay que remarcar que durante el periodo de estudio no se realizó ningún tratamiento fungicida en los olivos seleccionados para el muestreo.



*Figura 9. Parcela seleccionada para la recogida de muestras. Fuente: Google maps.*

En cuanto a los rendimientos medios de producción de la variedad Blanqueta (Figura 10), éstos están sobre unos 30 kg/olivo, cuya finalidad es para transformación en aceite de oliva. El rendimiento graso es muy alto, llegando a superar el 50% sobre materia seca, y de 21-24% sobre materia natural o fresca (Íñiguez et al., 1999).



*Figura 10. Recolección aceituna Blanqueta. Fuente: Propia.*

### 3.2. TOMA DE MUESTRAS Y EVALUACIÓN DEL REPILO

Para la toma de muestras de repilo en la parcela experimental, se diseñó un protocolo de monitoreo de la enfermedad. Concretamente, se realizaron muestreos quincenales que se iniciaron en la fecha 16/11/2020 hasta 30/05/2021, completando un total de 16 muestreos (Tabla 2).

Tabla 2. Número de muestreos realizados, fecha y estado fenológico del olivar.

Nº	FECHA	FENOLOGÍA (BBCH)
1	16/11/2020	90
2	29/11/2020	90
3	13/12/2020	90
4	27/12/2020	90
5	10/01/2021	90
6	24/01/2021	00
7	07/02/2021	03
8	21/02/2021	07
9	07/03/2021	07
10	21/03/2021	11
11	05/04/2021	15
12	18/04/2021	54
13	02/05/2021	55
14	16/05/2021	57
15	30/05/2021	67
16	13/06/2021	71

En cada fecha de muestreo se cogieron hojas para analizar la incidencia, severidad, las infecciones latentes y la cuantificación de la esporulación de *V. oleaginea*. Esas hojas se llevaban al Laboratorio de Patología Vegetal de la ETSIAMN para su estudio, valorando en ellas:

#### 1. Incidencia y severidad del repilo:

Para evaluar la incidencia y severidad del repilo, se cogieron en cada muestreo 20 hojas al azar de 5 árboles seleccionados de la parcela, haciendo un total de 100 hojas. De cada árbol se recogían 5 hojas de cada orientación (norte, sur, este y oeste) del interior del mismo, donde la incidencia de repilo es mayor.

Sobre esas 100 hojas se efectuó una valoración de la incidencia y severidad del repilo en el mismo día de la recogida de muestras. Para realizar una valoración de la severidad con un criterio homogéneo se utilizó como referencia la escala mostrada en la Figura 11.

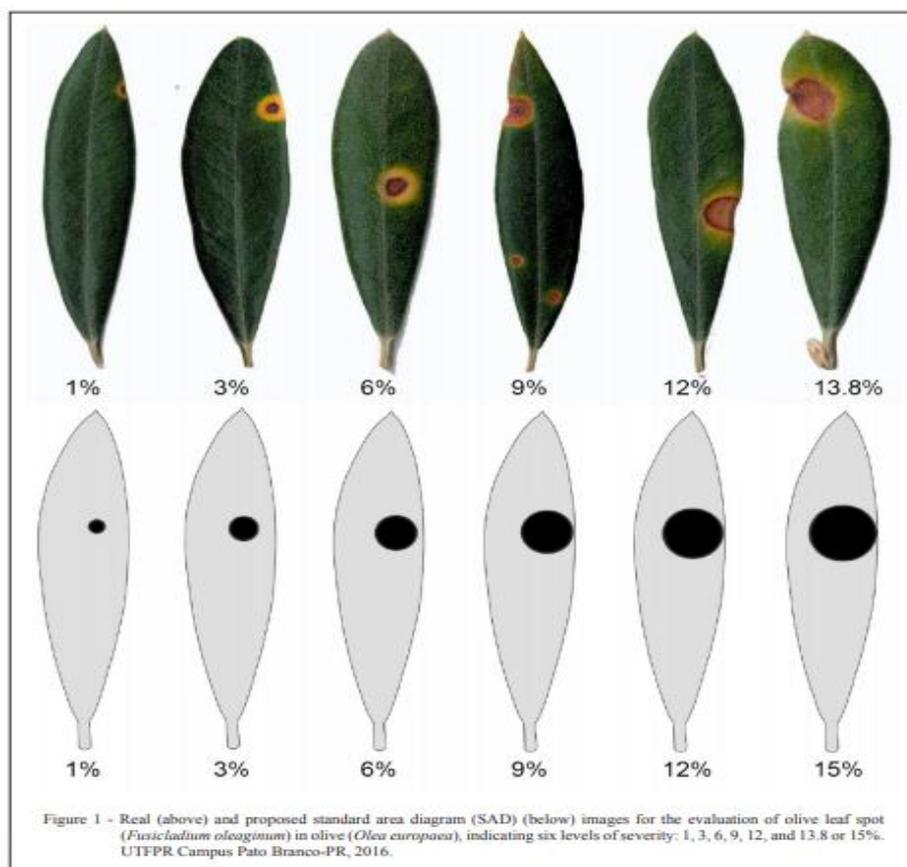


Figura 11. Escala diagramática de síntomas de repilo. Fuente: Ciencia Rural, v.47, n.6, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160923>

En cuanto a la incidencia, es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación con el total. El uso de este parámetro en el presente estudio es particularmente útil para estudiar la velocidad y el patrón de avance del repilo. Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no se necesita un entrenamiento especial de parte del evaluador para su empleo (Ivancovich, et al., 1998).

$$INCIDENCIA (\%) = (n^{\circ} \text{ hojas enfermas} \times \text{total de hojas (sanas + enfermas)})/100$$

La severidad es el porcentaje de la superficie del órgano, la hoja en este caso, afectados por la enfermedad y varía entre 0 y 100, es decir, un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo (Ivancovich, et al., 1998).

$$SEVERIDAD (\%) = \frac{\sum \text{severidad individual} (\%)}{\text{número individuos}}$$

## 2. Observación de la presencia de infecciones latentes mediante el método de la sosa:

El método de la sosa se basa en la oxidación de los compuestos fenólicos acumulados en los tejidos infectados y permite la detección de infecciones latentes como manchas circulares o anillos de color oscuro y tamaño variable (Barranco et al., 2017).

La evaluación de las infecciones latentes se hizo sobre las mismas hojas utilizadas en el apartado anterior, una vez evaluada la incidencia y severidad de la enfermedad en ellas. Para ello, las hojas fueron introducidas en 200 ml de una solución al 5 % (50 g/l) de hidróxido de sodio durante

20-30 minutos. Transcurrido este periodo, las hojas se sacaron y se dejaron secar al aire libre. Posteriormente, las infecciones latentes se pueden observar como manchas con un contorno nítido sobre el haz de las hojas (Figura 12).



Figura 12. Prueba infecciones latentes de *V. oleaginea* mediante el método de la sosa. Fuente: Propia.

La evaluación de la incidencia y severidad de las infecciones latentes se hizo de forma similar a la indicada en el apartado 3.2.1.

### 3. Cuantificación de la esporulación de *V. oleaginea* en hojas con síntomas visibles:

Para la cuantificación de la esporulación del repilo, en cada fecha de muestreo se cogieron de la parcela de estudio 9 hojas con claros síntomas de repilo y se llevaron al laboratorio. Para cuantificar la densidad de la esporulación sobre las lesiones, se seleccionaba una lesión por cada hoja y sobre ella se pegaba un trozo de cinta adhesiva. Al retirarla, la cinta con los conidios de *V. oleagina* adheridos a ella, ésta se volvía a pegar sobre un portaobjetos (Figura 13). Los portaobjetos se observaban al microscopio (40x) y se determinaba la densidad de la esporulación siguiendo la escala indicada en la Figura 14. Esta escala consta de valores entre 0 (sin conidios) y 4 (densidad alta).

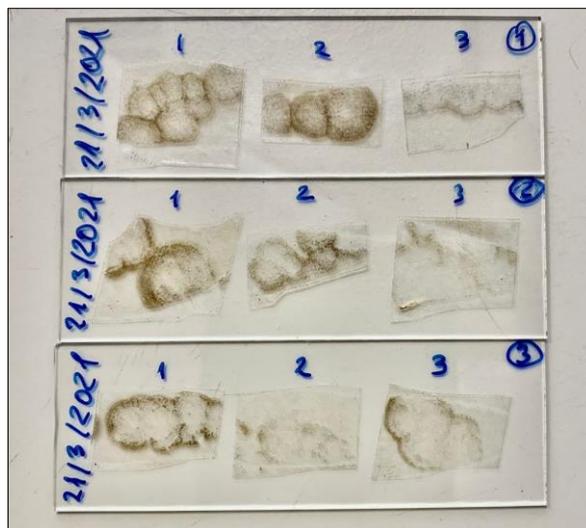


Figura 13. Portaobjetos con lesiones visibles para el conteo de la densidad de esporulación. Fuente: Propia.

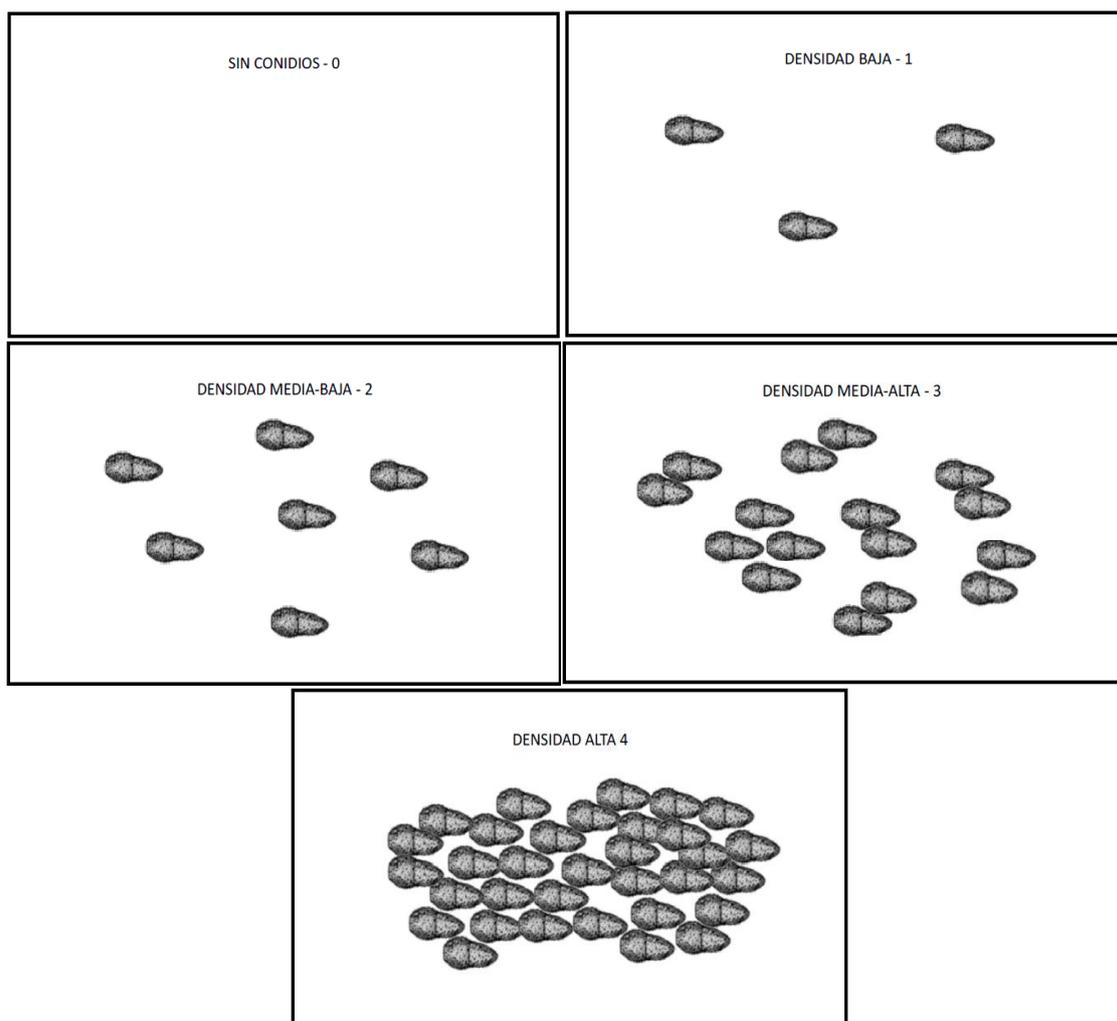


Figura 14. Escala para la cuantificación de la densidad de esporulación. Fuente: Propia.

### 3.3. DATOS CLIMÁTICOS Y PREDICCIÓN DE MOMENTOS DE INFECCIÓN Y ESPORULACIÓN

Para identificar las condiciones climáticas óptimas para la infección y la esporulación de *V. oleaginea*, se recogieron datos meteorológicos desde 1 de marzo del 2020 hasta el 31 de mayo 2021 de una estación climática situada en el municipio de Benillup, a unos 4,5 km de la parcela de estudio en línea recta. Específicamente, cada 3 minutos se recogieron datos de temperatura, humedad relativa y precipitaciones. En un primer momento estos datos se convirtieron en parámetros horarios (temperatura, humedad relativa y precipitación) y diarios (temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa media y precipitación acumulada). Además, se calcularon los períodos de humectación (agua libre sobre las hojas) y las horas diarias de humectación como indicado por Buck (1981). Estos datos se utilizaron para predecir los momentos en los que se dieron condiciones para la infección y la esporulación.

En el caso de la infección, se sabe que es necesaria una lluvia que disperse los conidios de *V. oleagina*; posterior a esta lluvia, se tienen que dar unas condiciones de temperatura y horas de agua libre (Romero et al., 2018). Con una temperatura óptima de 20°C, se requieren al menos 12 horas de agua libre para que se produzca la infección, aumentando el número de horas en temperaturas menores o mayores de 20°C. Para conocer si después de una lluvia se dieron las condiciones necesarias para que se produjera una infección, se utilizaron las curvas de Magarey

según lo indicado por González-Domínguez et al. (2017). Estas curvas se muestran en la Figura 15 para las distintas especies de *Venturia* que afectan a frutales incluido el olivo (*F. oleagineum*).

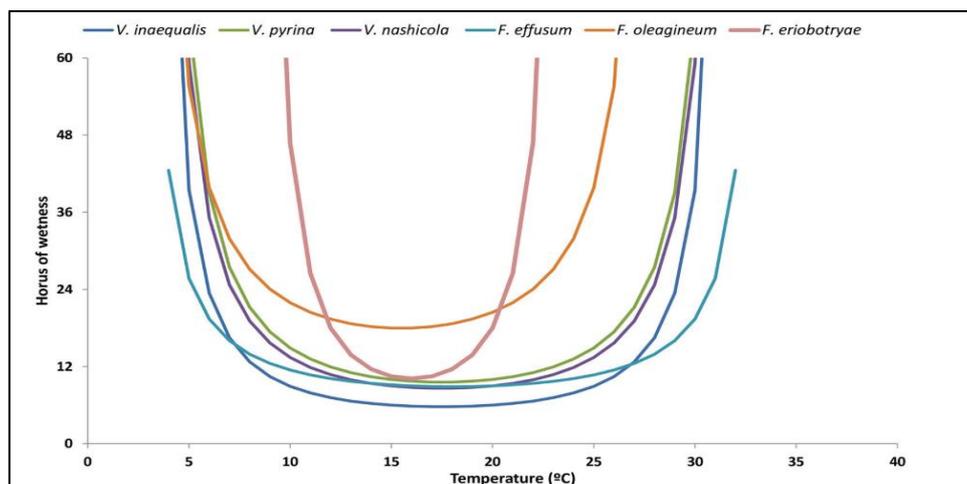


Figura 15. Requerimientos mínimos de temperatura y horas de humectación para el desarrollo de infecciones de distintas especies de *Venturia* en frutales. Fuente: González-Domínguez et al., 2017.

En el caso de la esporulación, Viruega et al (2013) evaluaron la densidad de la esporulación en hoja en un olivar de la provincia de Córdoba y determinaron que, para que ésta se produjera, era necesario que la media de los últimos 15 días de la temperatura mínima fuese inferior a 12,8°C. Tomando los datos de temperatura mínima de la estación de Benillup, se han determinado los períodos en los que debe producirse la esporulación siguiendo la regla propuesta por Viruega et al. (2013).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. SEGUIMIENTO DE LAS INFECCIONES DE REPILO EN CAMPO

En el siguiente apartado se muestra el resultado de las infecciones de repilo muestreadas en campo. La Figura 16 representa cómo durante todo el período de muestreo (desde Noviembre de 2020 a Junio de 2021) se observaron a simple vista lesiones en hojas (barras azules en la Figura 16). En general, el porcentaje de hojas infectadas estuvo entre el 30 y el 50%, confirmando la presencia de la enfermedad en el olivar de estudio. Además, la incidencia de las infecciones latentes, detectadas mediante el método de la sosa (barras naranjas en la Figura 16), fue siempre superior a la de las visibles, indicando que durante el período de estudio se estaban desarrollando síntomas debido a nuevas infecciones. En el caso de las infecciones latentes el porcentaje de incidencia fue siempre superior al 60%, acercándose en algunos períodos al 80% de hojas afectadas. En Anejos se muestran las Tablas y Figuras con los datos completos recogidos durante el periodo de estudio.

Durante el período de estudio, podríamos destacar cuatro picos en los que la incidencia de infecciones visibles se incrementó; éstos son los correspondiente a los muestreos de las siguientes fechas: 27/12/20, 24/01/21, 21/03/21 y 16/05/21 (Figura 16). También hay que destacar los últimos muestreos, donde se observó una disminución del porcentaje de incidencia en las lesiones visibles, mientras que este porcentaje se mantuvo constante y alto en las lesiones latentes. En ese sentido, destacan los muestreos realizados el 13/12/21 y el 13/06/21, con una diferencia entre infecciones latentes y visibles del 38 y del 47%, respectivamente.

Las diferencias observadas en el trabajo entre lesiones visibles y latentes, refuerza los resultados obtenidos por Zarco et al. (2007), donde comprobaron que la inmersión de hojas de olivo en sosa con una concentración del 5 % de NaOH durante 25-35 min, optimizaba la aparición de síntomas debido a infecciones latentes de *V. oleaginea*. Además, estos autores observaron cómo tras infecciones artificiales de hojas de olivo con *V. oleaginea* en laboratorio, las lesiones empezaron a aparecer a los 10 días, aunque la mayor parte de las lesiones aparecieron entre los 14 y los 28 días.

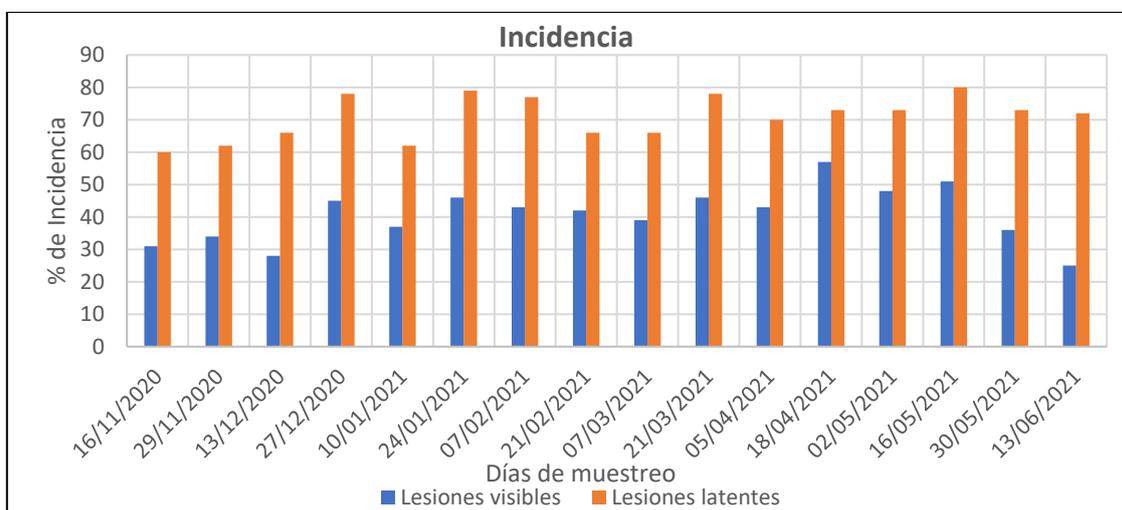


Figura 16. Incidencia de repilo en hojas en infecciones visibles y latentes. Fuente: Propia.

En cuanto a la evaluación de la severidad, los datos obtenidos de la observación del repilo en las hojas, vamos a considerar dos tipos diferentes: la severidad de las lesiones visibles, la que se obtiene a partir de las muestras frescas, y la severidad de las lesiones latentes, la que se observa tras la aplicación del método de la sosa. La Figura 17, muestra en color azul la severidad de las lesiones visibles y en naranja la severidad de las lesiones latentes. En general, al igual que ocurrió para la incidencia, los valores de la severidad de las lesiones latentes son superiores a los de las lesiones visibles. La severidad en las infecciones visibles fue especialmente baja en los muestreos realizados el 13/12/20 y el 13/06/20, mientras que tuvo valores por encima del 10% en los muestreos realizados el 27/12/20, 24/01/21 y el 18/04/21 (Figura 17). En las infecciones latentes, la severidad estuvo siempre por encima del 10%, excepto en los muestreos realizados el 10/01/21. Los valores máximos de severidad en estas lesiones se observaron el 18/04/21 y el 30/05/21, con valores por encima del 16%.

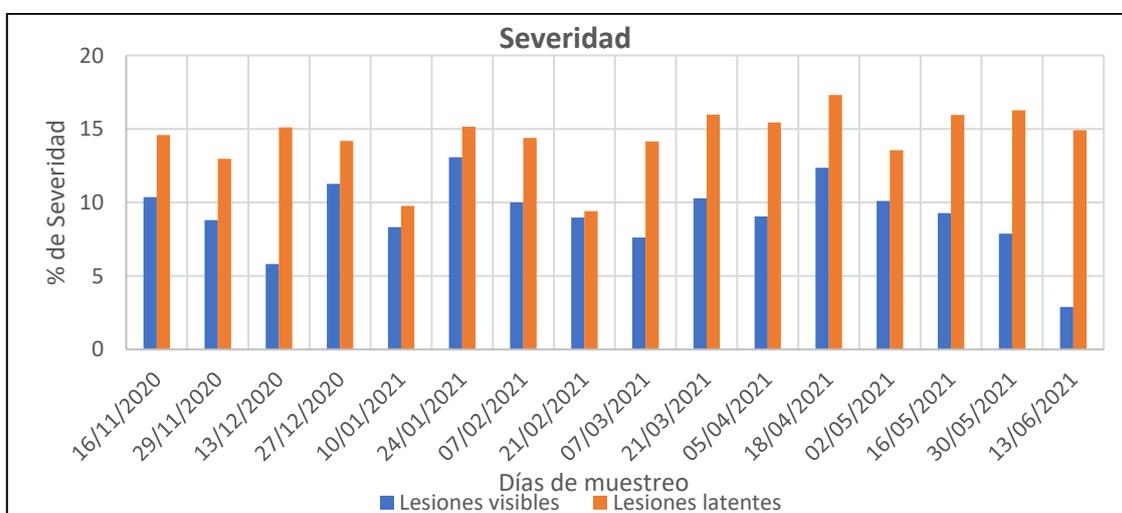


Figura 17. Porcentaje de severidad visible y latente, según días de muestreo. Fuente: Propia.

Cabe destacar que, al igual que en la incidencia, en los últimos muestreos la severidad de las lesiones visibles tiende a disminuir, y las lesiones latentes se mantienen ligeramente constantes. Destacan los muestreos realizados el 30/05/21 y el 13/06/21, con una diferencia del 8,3% y del 12,02 %, respectivamente.

Respecto a la densidad de esporulación observada sobre las lesiones visibles en hojas, los valores medios obtenidos en los diferentes días de muestreo se muestran en la Figura 18. En ella se puede observar cómo durante todo el período de muestreo hubo esporulación sobre las hojas de olivo, aunque con distintos grados de densidad. El 24/01/21 se observó la menor densidad de esporulación en las hojas con un valor medio según la escala utilizada en este trabajo de 1,42, que se considera como una densidad de esporulación baja (Figura 14).

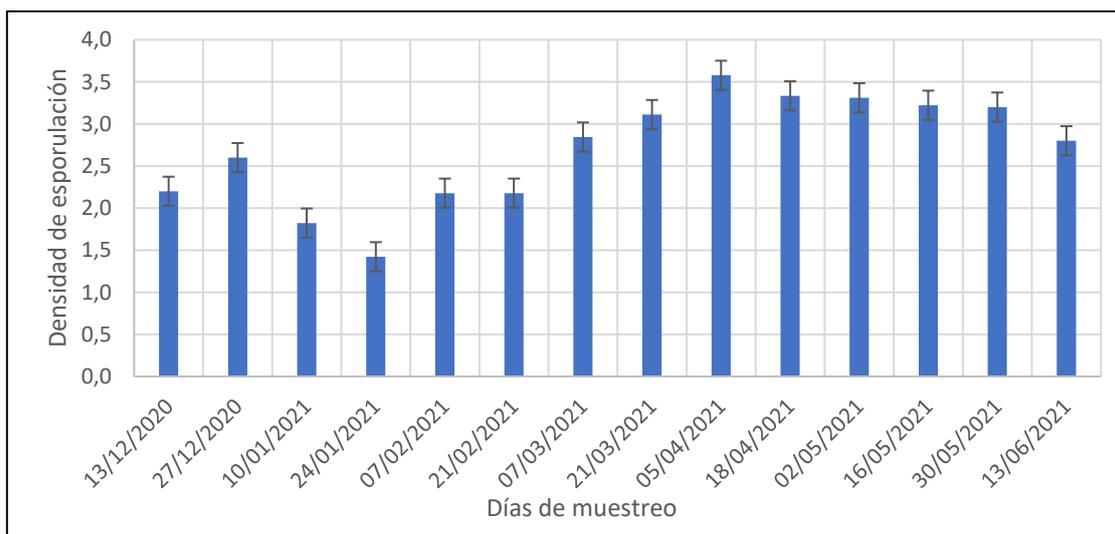


Figura 18. Valores medios de la densidad de esporulación y error estándar. Fuente: Propia.

A partir de ese momento, la densidad de la esporulación comienza a aumentar hasta llegar a la máxima densidad de esporulación el 5/04/2021, con un valor medio de 3,58. Las densidades entre 3 y 4 se corresponden con valores de densidad de esporulación que consideramos medios-altos. En los meses de Abril y Mayo de 2021, la densidad sigue siendo media-alta, con un valor superior a 3. En el único muestreo realizado en el mes de Junio, parece que se observa como la esporulación decae ligeramente, aunque con un valor medio de densidad de 2,8.

#### 4.2. DATOS CLIMÁTICOS Y PREDICCIÓN DE MOMENTOS DE INFECCIÓN Y ESPORULACIÓN

En cuanto a los datos climáticos obtenidos de la estación meteorológica de Benillup, para determinar los momentos en los que se dan condiciones para la infección, hemos tenido en cuenta la humedad relativa, la temperatura y las precipitaciones horarias del periodo comprendido entre el 01/03/2020 y el 01/06/2021, los cuales están representados gráficamente en la Figura 19.

De la gráfica de datos climáticos se pueden diferenciar las estaciones climáticas del año. Del 20 marzo al 21 de junio, es el periodo comprendido como primavera, donde hay un ascenso de las temperaturas y de la luz solar. En cuanto a la precipitación, éste es un periodo con bastantes lluvias de intensidad media. En el periodo de la primavera ha llovido un total de 31 días (precipitación > 0 mm) acumulando una precipitación de 288 mm, que hacen que aumente la humedad, aunque en la Figura 19 se observa que hay días con datos anómalos (HR=1%), debido seguramente a fallos técnicos del higrómetro.

El periodo comprendido entre el 21 de junio al 22 de septiembre, verano, se caracteriza como vemos en la Figura 19 por tener unas altas temperaturas, con precipitaciones escasas y puntuales, que hacen que haya una humedad relativa baja en el ambiente, alrededor del 50 %.

En cuanto al otoño, éste es el periodo comprendido entre el 22 de septiembre y 21 de diciembre. Como se puede ver en la Figura 19, se caracteriza por el descenso de las temperaturas y, en cuanto a la precipitación, es un periodo con pocas lluvias de intensidad media/baja. En el periodo de otoño ha llovido un total de 25 días (precipitación > 0 mm) acumulando una precipitación de 76,2 mm, que hacen que aumente la humedad.

El invierno es la estación comprendida entre el 21 de diciembre y el 20 de marzo y es el periodo con las temperaturas más bajas. En cuanto las precipitaciones, éstas suelen ser puntuales pero intensas. En este periodo ha llovido un total de 24 días (precipitación > 0 mm), suponiendo un total de 175 mm y haciendo que en los periodos de lluvia aumente la humedad.

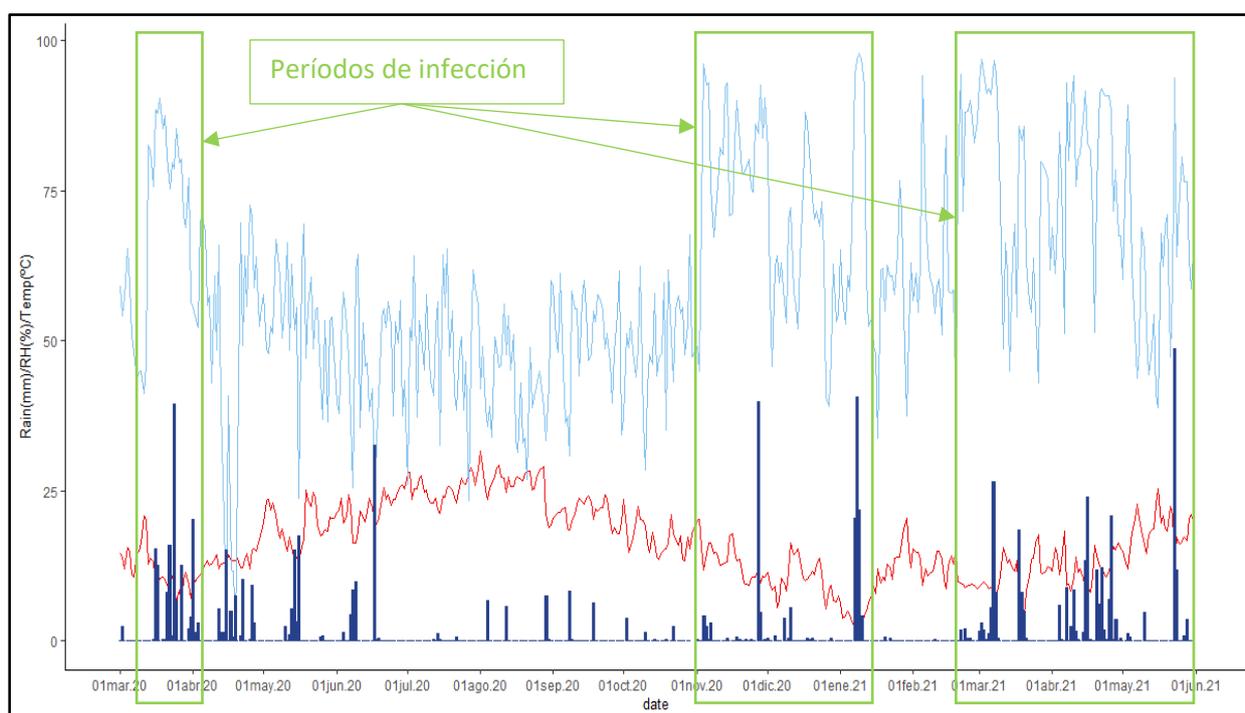


Figura 19. Gráfica representación datos meteorológicos del 01/03/2020 al 01/06/2021. Línea azul claro (% HR), línea roja (Tª media °C) y barras azul oscuro (precipitaciones mm). Fuente: Propia.

Según el modelo evaluado en este trabajo (olivo.net), se dieron condiciones para la infección de hojas de olivo por *V. oleagina* en cuatro momentos asociados a las lluvias indicadas en la Figura 19, indicados mediante los recuadros verdes. De este modo, se pueden diferenciar tres periodos críticos como son del 16/03/2020 al 01/04/2020, el comprendido entre 04/11/2020 al 10/01/21 y el último del 01/03/21 al 30/04/2021.

Teniendo en cuenta estos periodos de infección y las dos semanas de incubación que el hongo necesita desde la infección hasta el desarrollo de las lesiones latentes, se pueden relacionar los repuntes de infecciones y severidad de las Figuras 16 y 17 anteriormente comentadas (Tabla 3). Por ejemplo, el primer periodo infectivo en el que se realizan los muestreos ocurre el 27/11/2020, el cual se puede asociar al repunte de infección y severidad en lesiones latentes del muestreo del día 13/12/2020. De igual forma, en la Tabla 3 se incluyen otros cuatro periodos infectivos asociados a la aparición de lesiones latentes en hojas de olivo 14-25 días después.

Tabla 3. Relación entre los periodos infectivos predichos con el modelo con repuntes de infecciones y severidad en lesiones latentes.

Periodo infectivo predicho	Repuntes de infección y severidad en lesiones latentes	Días de incubación
27/11/2020	13/12/2020	16
07/01/2021	24/01/2021	17
01/03/2021	21/03/2021	20
04/04/2021	18/04/2021	14
21/04/2021	16/05/2021	25

En relación con la predicción de la esporulación de *V. oleaginea* sobre hojas de olivo, se evaluó el modelo empírico propuesto por Viruega et al. (2013) para predecir los momentos de esporulación. En la Figura 20 se ha marcado cuándo se cumplen estas condiciones en la parcela de estudio en el norte de Alicante. La Figura 20 indica los periodos en los que se deberían dar condiciones para la esporulación; estos periodos son los comprendidos entre el 15/03/20 y el 05/06/21 y del 17/10/20 al 13/05/21. Por el contrario, en los periodos del 06/06/20 al 16/10/20 y del 14/05/21 al último dato registrado el 31/05/21 se considera que no se dan las condiciones para la esporulación de *V. oleaginea*, ya que la temperatura mínima de los 15 días anteriores fue superior a 12,8°C.

Tras comparar la esporulación observada en campo en nuestro trabajo con los momentos en los que en teoría sí debería haber esporulación sobre las hojas de olivo, observamos que ambos coinciden en el periodo del 16/11/20 al 13/05/21 (Figura 20). Pero, a partir de esta fecha ya no debería de haber esporulación según Viruega et al. (2013). Como vemos en la Figura 18, en los muestreos realizados en nuestra parcela el 16/05/21, 30/05/21 y 13/06/21 continúa habiendo una densidad media-alta de esporulación. Esto puede ser debido a que el modelo empírico se elaboró en unas condiciones climáticas con unos parámetros concretos, distintos a los que se registran la zona del presente estudio, determinando esto que se deberían de ajustar mejor las condiciones climáticas de la esporulación para optimizar los resultados. En este sentido, podemos mencionar que Obanor et al. (2006) evaluaron la capacidad de esporulación de *V. oleaginea in vitro* y comprobaron que la humedad relativa es un factor que tiene un efecto determinante sobre la capacidad de esporulación de este hongo patógeno.



Figura 20. Puesta en práctica modelo empírico esporulación a partir de la temperatura mínima. Línea azul valor temperatura 12,8 ° C, línea roja valores temperaturas mínimas diaria Benillup, recuadro naranja climatología optima esporulación y recuadro verde, detención de la esporulación. Fuente: Propia.

A la vista de los resultados de este trabajo, se confirma la importancia que el repilo del olivo tiene en la zona de estudio, la comarca del Comtat; sobre todo, en parcelas como en la que se ha realizado el seguimiento de la enfermedad, que estén próximas a zonas húmedas. Estas condiciones ambientales de humectación, junto con temperaturas suaves, proporcionan unas condiciones óptimas para la esporulación e infecciones de *V. oleaginea* (Trapero et al., 2017). Durante todo el periodo de estudio se ha comprobado la presencia de lesiones causadas por *V. oleaginea*, así como la eficacia del método de la sosa para detectar las infecciones latentes sobre hojas de olivo (Zarco et al., 2007). El empleo de esta metodología nos ha permitido asociar con mayor precisión la aparición de síntomas con los periodos de infección. De hecho, esta metodología es la que se propone en la guía de gestión integrada del olivo para el seguimiento del repilo (MAGRAMA, 2014). Respecto a la esporulación del hongo, las observaciones realizadas han evidenciado la densidad media-alta de esporas de *V. oleaginea* durante casi todo el período de estudio. Esto contrasta con las observaciones realizadas en olivares de la provincia de Córdoba por Viruega et al. (2013) donde el período de esporulación estaba restringido al invierno y principio de la primavera. Como se ha indicado anteriormente, esto sugeriría la importancia de la humedad relativa sobre la capacidad de esporulación del patógeno (Obanor et al., 2006). Finalmente, hay que comentar que la predicción realizada por el modelo en relación a los momentos en los que se dan condiciones para la infección ha sido correcta y se ha podido relacionar con repuntes de la incidencia y severidad de las infecciones latentes ocurridos 15-20 días después. En cambio, la predicción de los períodos de esporulación no se ha ajustado a la realidad observada en campo, observándose esporulación en momentos donde el modelo no lo preveía. Por tanto, el modelo de esporulación debería ser calibrado, teniendo en cuenta otros trabajos como el ya mencionado de Obanor et al. (2006).

## 5. CONCLUSIONES

- Se ha comprobado la importancia del repilo del olivo causado por *V. oleaginea* en las condiciones de la parcela de estudio situada en la comarca del Comtat.
- Durante todo el período de estudio (16/11/2020 al 13/06/2021) ha habido una presencia constante de lesiones causadas por *V. oleaginea*, cuya detección se ha optimizado con el uso del método de la sosa para detectar las infecciones latentes sobre hojas de olivo.
- En general, durante el período de estudio se ha observado una densidad media-alta de esporas de *V. oleaginea*.
- La predicción realizada por el modelo en relación con los momentos en los que se dan condiciones para la infección ha sido correcta, y se ha podido relacionar con repuntes de la incidencia y severidad de las infecciones latentes ocurridos 15-20 días después.
- La predicción de los períodos de esporulación de *V. oleaginea* sobre hojas de olivo no se ha ajustado a la realidad observada en campo, detectándose esporulación en momentos en los que el modelo no lo había previsto.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, M. (2010). Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa S.A., Madrid, España.
- ANDRÉS, F. (1991). Enfermedades y plagas del olivo. 2ª ed. Riquelme y Vargas. Ediciones, Jaén. 646 pp.
- BARRANCO, D.; FERNANDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L.; (2017). El cultivo del olivo. 7ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- BUCK AL (1981). New equations for computing vapor pressure and enhancement factor. *J Appl Meteorol* 20: 1527–1532.
- CAJAMAR. (2013). El cultivo del olivo. Consultado 24 de mayo 2021.  
<https://es.scribd.com/document/303739812/El-Cultivo-Del-Olivo-Cajamar-CV-2013>
- CONDE, P.; MONTELONGO, M.J.; LEONI, C. (2013). Aceites de oliva: de la planta al consumidor. Vol. Edición: 1º, Capitulo: 10. Ed. Hemisferio Sur e INIA1. 183 - 214 pp.  
[https://www.researchgate.net/publication/265021416\\_Enfermedades\\_del\\_olivo](https://www.researchgate.net/publication/265021416_Enfermedades_del_olivo)
- Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica GVA (2019). Superficies y Producciones de los Principales Cultivos de la Comunitat Valenciana. Consultado el 11 de marzo 2021.  
<http://agroambient.gva.es/documents/162218839/163253055/Resumen+syp+2019.pdf/3bf3ee80-4d6d-4041-8ff4-8d4cfa5fcd1c>
- GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; ARMENGOL, J.; ROSSI, V. (2017). Biology and Epidemiology of Venturia Species Affecting Fruit Crops: A Review. *Front. Plant Sci.*
- ÍÑIGUEZ, A.; PAZ, S.; SÁNCHEZ, L. (1999). Variedades de olivo cultivadas en la Comunidad Valenciana. Valencia. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Consultado el 16 de junio 2021.  
<http://ivia.gva.es/documents/161862582/161863618/Variedades+del+olivo+de+la+Comunidad+Valenciana/eb99b5f8-752d-4586-8e76-3ff8d47b6db1>
- ÍÑIGUEZ, A.; PAZ, S.; ILLA, F.J. (2001). Variedades de olivo cultivadas en la Comunidad Valenciana. Valencia. Conselleria d'Agricultura, Pesca i Alimentació.
- IVANCOVICH, A., BOTTA, G., PLOPER, D.A., LAGUNA, I., ANNONE, J.G. (1998). IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. EEA INTA Pergamino. 54 pp.  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_pergamino\\_propuestas\\_de\\_escalas\\_para\\_la\\_evaluacion\\_a\\_campo\\_y\\_en\\_laboratorio\\_del\\_tizon\\_foliar\\_y\\_la\\_mancha\\_purpura\\_de\\_la\\_semilla\\_en\\_soja.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_propuestas_de_escalas_para_la_evaluacion_a_campo_y_en_laboratorio_del_tizon_foliar_y_la_mancha_purpura_de_la_semilla_en_soja.pdf)
- KIRITSAKIS, A.K. (1992). El aceite de oliva. Ed. A. Madrid Vicente. Madrid.
- LÓPEZ-CORTÉS, I.; SALAZAR, D.M.; (2017). Olivo. Editorial Tirant Lo Blanch. 25 - 34 pp.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAGRAMA). (2014). Guía de Gestión Integrada de Plagas Olivar. Consultado el 20 de julio del 2021.  
[https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/GUIAOLIVAR%20\(2\)\\_tcm30-57939.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/GUIAOLIVAR%20(2)_tcm30-57939.pdf)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAGRAMA). (2019). Informe Anual de Comercio Exterior, 2019. Consultado el 1 de febrero del 2021.  
<https://www.olimerca.com/vermultimedia.jpg?c=c7c654740c1161b66847d09817a4ff7c&hd=false>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (MAGRAMA). (2019). Superficies y producciones anuales de cultivo. Consultado el 1 de febrero del 2021.  
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>
- OBANOR, F. O. (2006). Olive Leaf Spot: Epidemiology and Control. PhD Thesis, Lincoln University.
- PICORNELL, M.R.; MELERO, J.M. (2013). Historia del cultivo del olivo y del aceite; su expresión en la Biblia. ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete, Nº 28, 2013. Consultado el 1 de febrero del 2021.  
<http://www.revista.uclm.es/index.php/ensayos>
- ROMERO, J. (2017). Desarrollo y verificación del modelo epidémico “Repilos” en el olivar andaluz. Tesis Doctoral Universidad de Córdoba. Consultado el 1 de febrero del 2021.
- ROMERO, J.; ROCA, L.F.; AGUSTÍ-BRISACH, C.; MORAL, J.; GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, E.; ROSSI, V.; TRAPERO, A. (2018). Claves epidemiológicas y modelización del repilo del olivo. Vida Rural 2018, 443, 54–60.
- RUIZ, ML. (2016). Caracterización de la calidad físico-química y organoléptica de aceites de oliva virgen de variedades tradicionales de la comunidad valenciana Tesis doctoral de la Universitat Politècnica de València. Consultado el 15 de marzo del 2021.  
<https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/62690>
- ROCA, L.F.; VIRUEGA, J.R.; ÁVILA, A.; OLIVEIRA, R.; MARCHAL, F.; MORAL, J.; TRAPERO, A. (2007). Los fungicidas cúpricos en el control de las enfermedades del olivo. Vida rural. 52-60 pp.
- TRAPERO, A., LÓPEZ ESCUDERO, F.J., BLANCO, M.A. (2017). Enfermedades. En: El cultivo del olivo. Barranco, D., Fernández-Escobar, R., Rallo, L. (eds.). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 733-798.
- VIRUEGA, J.R; ROCA, L.F.; MORAL, J; TRAPERO, A. (2011). Factors affecting infection and disease development on olive leaves inoculated with *Fusicladium oleagineum*. Plant Dis., 95: 1139-1146 pp. Consultado el 20 de julio del 2021.
- ZARCO, A; VIRUEGA, J.R; ROCA, L.F.; TRAPERO, A. (2007). Detección de las infecciones latentes de *Spilocaea oleagina* en hojas de olivo. Boletín Sanidad Vegetal de Plagas, 33: 235-248. Consultado el 20 de julio del 2021.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Plagas%2FBSVP\\_3\\_02\\_235\\_248.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Plagas%2FBSVP_3_02_235_248.pdf)

## 7. ANEJOS

- ❖ DATOS COMPLETOS DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN EL PERIODO DE ESTUDIO (del 16/11/2020 hasta 30/05/2021).

Tabla 4. Datos recogidos de incidencia y severidad.

Nº	FECHA	FENOLOGÍA (BBCH)	SINTOMAS VISIBLES (NÚMERO DE HOJAS POR CLASE)							TOTAL
			0%	0-5%	5-12%	12-25%	25-50%	50-75%	75-100%	
1	16/11/2020	90	69	6	7	2	7	5	4	100
2	29/11/2020	90	66	12	6	4	3	7	2	100
3	13/12/2020	90	72	6	8	8	3	1	2	100
4	27/12/2020	90	55	6	2	22	12	1	2	100
5	10/01/2021	90	63	6	9	11	7	3	1	100
6	24/01/2021	00	54	5	8	15	9	7	2	100
7	07/02/2021	03	57	3	10	18	7	5	0	100
8	21/02/2021	07	58	6	10	12	13	0	1	100
9	07/03/2021	07	61	12	7	12	4	2	2	100
10	21/03/2021	11	54	8	11	13	8	6	0	100
11	05/04/2021	15	57	4	8	19	11	1	0	100
12	18/04/2021	54	43	12	10	18	12	4	1	100
13	02/05/2021	55	52	4	11	24	6	1	2	100
14	16/05/2021	57	49	15	11	14	7	3	1	100
15	30/05/2021	67	64	4	8	14	7	3	0	100
16	13/06/2021	71	75	10	7	5	3	0	0	100

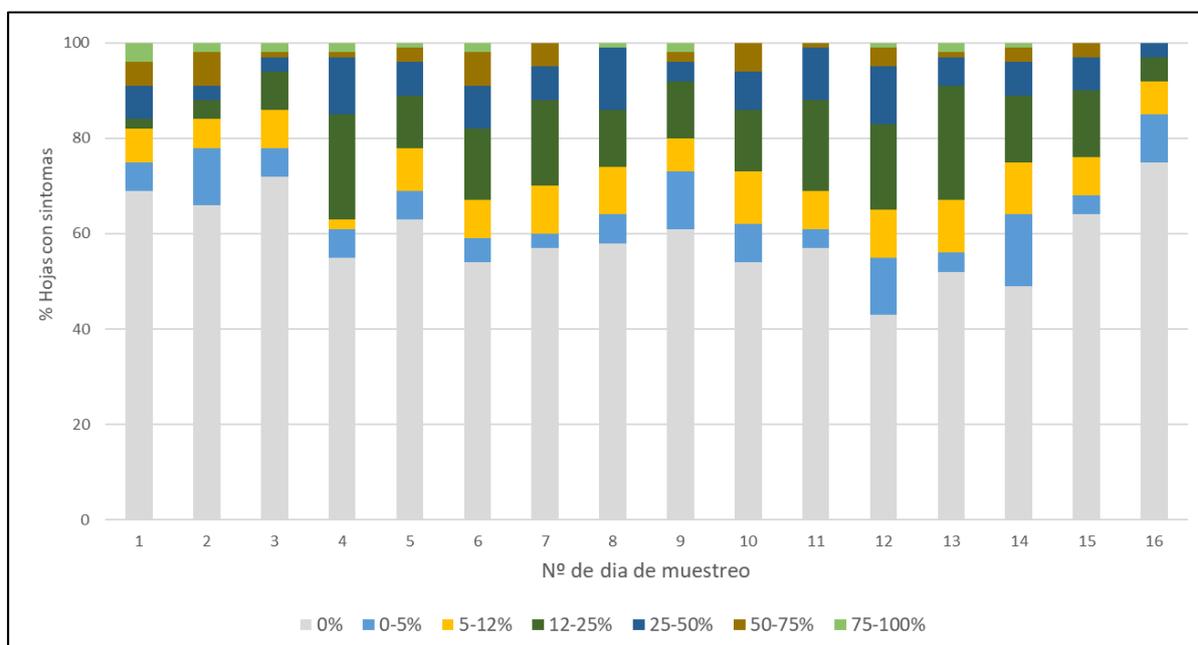


Figura 21. Porcentaje de hojas con síntomas de cada muestreo de lesiones visibles. Fuente: Propia.

Tabla 5. Datos recogidos de infecciones latentes.

Nº	FECHA	FENOLOGÍA (BBCH)	SINTOMAS VISIBLES (NÚMERO DE HOJAS POR CLASE)							TOTAL
			0%	0-5%	5-12%	12-25%	25-50%	50-75%	75-100%	
1	16/11/2020	90	40	19	12	12	6	4	7	100
2	29/11/2020	90	38	17	12	15	11	6	1	100
3	13/12/2020	90	34	18	9	17	16	2	4	100
4	27/12/2020	90	22	33	9	14	17	3	2	100
5	10/01/2021	90	38	29	11	10	7	3	2	100
6	24/01/2021	00	21	27	20	13	10	5	4	100
7	07/02/2021	03	23	27	9	18	19	4	0	100
8	21/02/2021	07	34	29	15	11	7	3	1	100
9	07/03/2021	07	34	23	13	12	7	8	3	100
10	21/03/2021	11	22	25	17	11	16	8	1	100
11	05/04/2021	15	30	22	13	11	16	5	3	100
12	18/04/2021	54	27	20	10	14	21	6	2	100
13	02/05/2021	55	27	21	15	23	8	3	3	100
14	16/05/2021	57	20	26	13	18	17	3	3	100
15	30/05/2021	67	27	19	17	12	16	7	2	100
16	13/06/2021	71	28	19	8	23	18	3	1	100

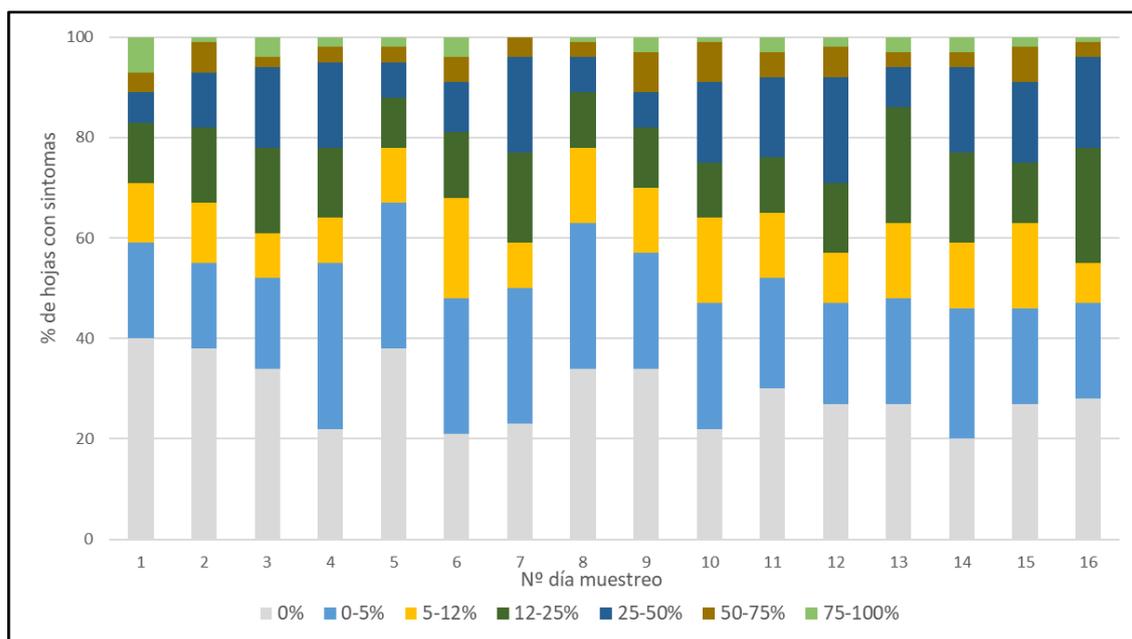


Figura 22. Porcentaje de hojas con síntomas de cada muestreo de lesiones latentes. Fuente: Propia.

Tabla 6. Datos recogidos de la cuantificación de la esporulación.

FECHA	PLACA 1															PLACA 2															PLACA 3																								
	1					2					3					1					2					3					1					2					3														
NUMERO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
29/11/2020	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
13/12/2020	4	3	2	2	3	2	1	2	2	3	1	0	3	1	2	3	2	2	3	2	4	3	1	1	1	4	3	4	2	2	1	2	0	2	1	4	2	1	3	3	1	2	3	3	1	2	3	3	3	3					
27/12/2020	4	2	4	3	3	1	2	3	3	3	4	4	3	4	4	4	2	3	3	3	3	2	2	2	2	4	3	2	3	4	3	2	3	2	3	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2					
10/01/2021	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	2	2	3	4	2	1	1	3	2	1	3	3	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	2	3	2	4	3	3	3	3	3	3	2	4					
24/01/2021	1	1	0	1	0	1	2	2	1	1	3	3	2	3	2	1	1	1	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	0	1	2										
07/02/2021	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	1	2	2	1	2	3	3	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	4	4										
21/02/2021	2	1	2	2	2	3	2	2	1	1	4	4	2	3	1	3	2	3	2	2	2	1	1	3	1	2	2	1	1	1	2	3	2	3	1	3	1	1	2	4	4	4	2	3	4										
07/03/2021	1	3	3	3	3	4	4	4	2	1	3	4	2	4	3	2	3	2	2	4	3	4	2	2	1	4	4	3	4	2	4	4	3	3	4	3	4	1	2	2	4	2	3	2	1										
21/03/2021	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	2	3	3	3	4	3	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3	1	2	2	2	4	3	2	2	3											
05/04/2021	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3	2	3	4	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	2										
18/04/2021	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	1	2	2	4	4	4	4	3	4										
02/05/2021	3	2	2	3	1	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	2	4	2	3	3	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	3	4	3	4										
16/05/2021	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	2	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3										
30/05/2021	4	4	4	4	4	3	3	2	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	2	3	2	2	4	3	2	3	3	3	2	2	4	3	3	2	4	4	4	4	3	3	2											
13/06/2021	3	3	2	2	3	1	1	2	2	1	4	4	2	4	4	4	3	2	3	4	1	2	3	2	1	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	2	3	2	3	4	2	1	4	4	3										

