

MonControl: Estrategias para el control sostenible de *Monilinia* spp. en almendro**Resumen**

Hoy en día, con las pocas materias activas con actividad fungicida autorizadas para el cultivo del almendro, es difícil mantener y gestionar las enfermedades por debajo del umbral de daños. Sin embargo, a medio plazo, el hecho que más preocupará, cuando todas las plantaciones que se han plantado en los últimos años entren en producción, será la elevada presión de las enfermedades nuevas, y de las ya existentes. Por lo tanto, es ahora cuando se debe trabajar para mejorar el conocimiento de estas enfermedades para que, en un futuro no muy lejano, se puedan implementar estrategias que mejoren su manejo.

En este proyecto, se han abordado principalmente estudios relacionados con el control de *Monilinia* spp. en almendro; concretamente se ha evaluado su capacidad de dispersión, y el efecto de los factores ambientales (factores abióticos) y de la variedad (factor biótico) en el proceso de desarrollo de la enfermedad. Para mejorar su control, se han evaluado diferentes productos con actividad fungicida, de síntesis y alternativos, tanto en condiciones *in vitro*, *in vivo* en condiciones de laboratorio como en campo. Además, con los estudios llevados a cabo en el campo se ha establecido el momento óptimo de aplicación, así como el estudio de diferentes prácticas culturales, complementarias a los tratamientos fungicidas, para reducir la presión de inóculo en campo. Finalmente, y con toda la información aportada por estos estudios, se propone una estrategia para evaluarse en campo que permita un control más sostenible de *Monilinia* spp. en almendro.

Objetivos

El objetivo general del presente proyecto es diseñar una estrategia de control más sostenible para *Monilinia* spp. en almendro, aplicada en campo. Con el fin de alcanzar este objetivo final, en el proyecto **MonControl** se han planteado los siguientes objetivos específicos:

1. Finalizar los estudios epidemiológicos de *Monilinia* spp. en almendro, con el fin de poder diseñar estrategias de control más adecuadas.
2. Evaluar la eficacia en laboratorio (*in vitro* e *in vivo*) de diferentes tipologías de productos con actividad fungicidas por el control de *Monilinia* spp.
3. Evaluar en campo los fungicidas con mejores resultados en laboratorio y determinar el momento óptimo de aplicación de estos productos para el control de *Monilinia* spp.
4. Identificar y evaluar diferentes prácticas culturales para la reducción de inóculo y para el control de la enfermedad a campo.
5. Diseñar una estrategia de control sostenible para reducir/minimizar la incidencia de *Monilinia* spp. en almendro.

Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

Las actuaciones realizadas en el GO-MonControl se han clasificado en 5 actividades siguiendo los objetivos específicos definidos en el proyecto:

ACTIVIDAD 1. Estudios epidemiológicos de *Monilinia* spp. en almendro.

- Tarea 1.1. Capacidad de dispersión de la enfermedad.
- Tarea 1.2. Efecto de factores ambientales (temperatura, HR, ...) en la capacidad de infección de *Monilinia* spp.
- Tarea 1.3 Sensibilidad a la infección en función de la variedad.

ACTIVIDAD 2. Estudios para evaluar la eficacia en laboratorio de diferentes fungicidas para el control de *Monilinia* spp. en almendro.

- Tarea 2.1. Estudios *in vitro* e *in vivo* con productos químicos, de bajo riesgo, extractos naturales, antioxidantes, productos biológicos para evaluar la efectividad en material vegetal susceptible a *Monilinia* spp.

ACTIVIDAD 3. Ensayos en campo para evaluar la efectividad de los mejores fungicidas y determinar el momento óptimo de su aplicación para el control de *Monilinia* spp. en almendro.

- Tarea 3.1. Efecto de los mejores productos con actividad fungicida en diferentes momentos de aplicación en campo.
- Tarea 3.2. Evaluar los diferentes momentos óptimos para la aplicación de los productos fungicidas para el control de *Monilinia* spp. en almendro.

ACTIVIDAD 4. Ensayos en campo para identificar y evaluar diferentes prácticas culturales para el control de *Monilinia* spp. en almendro.**ACTIVIDAD 5. Diseño de una estrategia para el control sostenible de *Monilinia* spp. en almendro.****Resultados finales y recomendaciones prácticas**

A continuación, se detallan los principales resultados obtenidos en el estudio, los cuales ofrecen una visión detallada sobre los factores que influyen en la incidencia de *Monilinia* spp. en los cultivos del almendro. Se analizan aspectos relacionados con el origen del inóculo, la sensibilidad varietal, las condiciones climáticas y las estrategias de control, tanto químicas como productos de bajo impacto, así como prácticas culturales que pueden mejorar el manejo de la enfermedad y contribuir a una producción más sostenible. Estos resultados son clave para optimizar las estrategias de gestión de la enfermedad en campo.

- Las momias en el árbol son la principal fuente de inóculo primario, ya que es donde se observan conidios viables. En cambio, los chancros muestran poca presencia de conidios y sin viabilidad. Por lo tanto, se recomienda eliminar las **momias de los árboles** a inicio de campaña por ser una clara **fuentes de conidios viables** para la próxima campaña y, por lo tanto, el mantenerlos en campo aumentará el riesgo de infección durante la campaña.
- Se ha demostrado una clara **correlación** entre diferentes factores climatológicos y la incidencia de esta enfermedad en campo. El seguimiento de condiciones meteorológicas como **lluvia, temperatura** y sobre todo **humectación de hoja** serán claves para establecer momentos donde se requerirá realizar tratamiento para el control de la enfermedad.
- Los resultados obtenidos en los estudios de sensibilidad varietal apuntan a que hay una **clara relación entre la sensibilidad a *Monilinia laxa* y la variedad de almendro**. Esta sensibilidad varietal en ensayos con inoculaciones artificiales se mantuvo en más de la mitad de las variedades evaluadas durante ensayos llevados a cabo en 2 campañas consecutivas. Variedades como "Soleta" y "Llargueta" mostraron una alta sensibilidad a este patógeno en las 2 campañas evaluadas. Sin embargo, "Marcona" fue la que menos incidencia de enfermedad mostró en las 2 campañas evaluadas.
- Se observa un claro efecto de la concentración del patógeno en el desarrollo de la enfermedad en flor. Esta información confirma la importancia de **disminuir el inóculo primario de los campos**, principalmente localizado en las momias de los árboles. Si se puede reducir la presencia de *M. laxa*, reduciríamos la incidencia y severidad de la enfermedad en flor.

- Los estudios llevados a cabo en el laboratorio con flores en diferentes estados fenológicos e inoculadas artificialmente con *M. laxa* mostraron que los estadios con **mayor sensibilidad a la enfermedad en flores** son los **estados D y F1**, y por lo tanto son los momentos donde se recomendaría realizar los tratamientos para mejorar el control de la enfermedad.
- Los **momentos fenológicos más críticos** para la infección por *Monilinia* spp., como el estadio de botón rosa y el 20% de floración, deben ser cubiertos mediante la aplicación de **fungicidas de alta eficacia**. Entre los productos recomendados en estos estados fenológicos se incluyen: difenoconazol (25%), ciprodinil (50%), la combinación de ciprodinil + ludioxinil (25%), boscalida (6,7%) + piraclostrobin (26,7%), kresoxim-metil (25%) + difenoconazol (12,5%), piraclostrobin (15%) + fluxapirroxad (7,5%) y tebuconazol (25%). Estos compuestos han demostrado un control eficaz de la enfermedad.
- Una vez **superados los picos de riesgo**, se recomendaría el uso de **productos fitosanitarios de bajo impacto ambiental**, como el quitosano o *Bacillus amyloliquefaciens*. Estos agentes biológicos pueden contribuir a reducir la incidencia de *Monilinia* spp. en fases posteriores, disminuyendo la dependencia de productos químicos convencionales y favoreciendo un manejo más sostenible a largo plazo.
- Entre las prácticas culturales evaluadas, la **aplicación de urea** durante el invierno ha demostrado ser una medida efectiva para reducir el inóculo inicial del hongo, con ventajas adicionales como el bajo coste y la facilidad de aplicación. Esta práctica puede jugar un papel importante en la disminución de la presión del inóculo en fases iniciales del ciclo del cultivo.

La siguiente tabla resume una propuesta de estrategia sostenible para el control de *Monilinia* spp. en almendro:

Fenología	Estrategia	Producto / herramienta
Después de la caída de hojas	Eliminar las momias de los árboles	Poda
Invierno	Aplicación de urea en el suelo y árbol mojando antes del movimiento de las gemas	Urea cristalina sin biuret
Estados D y F1 (botón rosa y plena floración)	Productos con más eficacia	Difenoconazol (25%) Ciprodinil (50%) Ciprodinil + fludioxonil (25%) Boscalida (6,7%) + piraclostrobin (26,7%) Kresoxim-metil (25%) + difenoconazol (12,5%) Piraclostrobin (15%) + fluxapirroxad (7,5%) Tebuconazol (25%)
Estados E (inicio de floración), F2 (caída de pétalos), y hasta mediados de junio cada 21 días	Productos de bajo impacto	Quitosano o <i>B. amyloliquefaciens</i>

Conclusiones

Después de la ejecución de este proyecto, podemos decir que:

- ✓ Conocemos las fuentes principales de inóculo de este patógeno, así como la viabilidad de sus conidios en campo, y las condiciones meteorológicas que más afectan al desarrollo de la enfermedad.
- ✓ Hemos desarrollado una metodología de fenotipado para *M. laxa* en flores de almendro para utilizar en estudios en condiciones de laboratorio, la que nos ha permitido conocer la sensibilidad varietal a esta enfermedad.
- ✓ Conocemos los estados fenológicos con mayor sensibilidad de la flor a desarrollar la enfermedad.
- ✓ Disponemos de un listado de productos que muestran una clara efectividad en el control de esta enfermedad, en condiciones *in vitro* e *in vivo*. Estos productos son principalmente fungicidas de síntesis. Su efectividad ya se ha evaluado en condiciones de campo.
- ✓ También se ha observado que los productos alternativos a los fungicidas de síntesis muestran efectividad, pero inferior. Por lo tanto, se deberá valorar su aplicación en determinada tipología de producciones (como las ecológicas) donde el balance de impacto ambiental/pérdidas aporten un claro beneficio a la explotación.
- ✓ Se ha recopilado un listado de productos con una clara efectividad en campo durante dos campañas.
- ✓ Se ha evidenciado la importancia de aplicar fungicidas en condiciones de campo durante el estadio de botón rosa y en floración, mientras que se pueden descartar los tratamientos solo en caída de pétalos o después de este momento fenológico.
- ✓ El manejo sostenible de *Monilinia* spp. en los cultivos de almendro requiere un enfoque integrado que combine prácticas culturales con el uso estratégico de productos fitosanitarios, tanto convencionales como de bajo impacto, para minimizar el inóculo y controlar de manera efectiva al patógeno.
- ✓ Además, se ha realizado un estudio preliminar con diferentes estrategias para reducir la incidencia de *Monilinia* spp. en las parcelas. Estas herramientas pueden ser especialmente útiles en parcelas con alta presión de enfermedad o en parcelas ecológicas, contribuyendo a minimizar el número de tratamientos fungicidas necesarios.

Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: CRISOL DE FRUTOS SECOS SAT

Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD: IRTA

Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: FRUITS SECS DE LES GARRIGUES SCCL

ENTIDAD: OCEAN ALMOND SL

ENTIDAD: BORGES AGRICULTURAL & INDUSTRIAL NUTS SA

Ámbito/s territorial/s de aplicación

PROVINCIA/S	COMARCA/S
Lleida	Segrià, Noguera, Segarra

Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

- Difusión del proyecto en la **XVI Jornada Técnica del Almendro** organizado por el IRTA el 12 de junio de 2024, mediante una presentación/ póster donde se presentó parte de los resultados del proyecto al sector de la almendra.
- Difusión de los resultados en diferentes **congresos nacionales e internacionales**, concretamente en:
 1. II Jornadas Nacionales De Citricultura; XII Jornadas Nacionales Del Grupo De Fruticultura; VIII Jornadas Nacionales Del Grupo De Olivicultura (Puerto de la Cruz (Tenerife), España del 25 al 27 de junio de 2024). Comunicación oral.
 2. XXI Congreso de la SEF, Sociedad Española de Fitopatología, (Córdoba, España del 16 al 19 de septiembre del 2024). Comunicación oral y presentación tipo póster.
 3. 6º CAF Congreso Argentino de Fitopatología (Ciudad de Cipolletti, Argentina del 17 al 20 de septiembre del 2024). Presentación tipo póster.
- Publicación de un **artículo científico**, actualmente en fase de redacción: "Untangling the main inoculum sources of *Monilinia laxa* in almond orchards in Ebro Valley to improve the control of the brown rot blossom blight".
- **Difusión en RRSS**: Publicación en LinkedIn: Perfil: Erick Zúñiga, junio 2024.
- **Tesis Final de Máster** en el "Master en Sanidad Vegetal" de la Universidad Politécnica de Valencia, "Evaluación de la eficacia de diferentes fungicidas y estrategias de aplicación para el control de *Monilinia* spp. en almendro", 19 de junio del 2023), Lidia Aparicio Durán.

Página web del proyecto

No aplica.

Otra información del proyecto

DATOS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha de inicio: Julio 2021	Presupuesto total: 232.025,52 €
Fecha final: Septiembre 2024	Financiamiento DACC: 107.300,86 €
Estado actual: Finalizada	Financiamiento UE: 80.946,26 €
	Financiamiento propio: 43.778,40 €

Con el financiamiento de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2020.

Orden ARP/113/2021, de 20 de mayo, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y Resolución ARP/1660/2021, de 27 de mayo, por la que se convoca la mencionada ayuda.



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals