

Evaluación de la eficacia de SYLLIT FLOW para el control de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*

A. Vicent y J.L. Mira (Centro de Protección Vegetal y Biotecnología, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Moncada, Valencia).

L. Ramaekers (Arysta LifeScience Benelux. Fungicide Global Team).

En este trabajo se presentan de forma sintética los resultados de los estudios realizados con el fungicida SYLLIT FLOW (dodina 40%) para el control de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*. Se realizó una evaluación preliminar *in vitro*, donde se comprobó el efecto fugitoxico de SYLLIT FLOW frente al crecimiento micelial de *A. alternata*. Posteriormente se realizaron ensayos de eficacia durante dos años consecutivos en parcelas de mandarina 'Nova' afectadas por la mancha marrón. En 2013, la estrategia de aplicaciones de SYLLIT FLOW duplicó la proporción de frutos en las dos categorías más altas de calidad comercial (extra y primera) respecto al testigo. En 2014, todas las estrategias de SYLLIT FLOW ensayadas incrementaron de forma significativa el porcentaje de frutos sin síntomas de mancha marrón y el porcentaje de frutos de categoría extra respecto al testigo sin tratar en las dos parcelas de estudio.

INTRODUCCIÓN

La mancha marrón causada por un patotipo del hongo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. es una grave enfermedad que afecta a determinadas variedades de mandarina como 'Fortune', 'Nova' y 'Murcott', entre otras. El patógeno provoca la aparición de manchas necróticas en hojas y frutos (Figura 1), así como la defoliación de las brotaciones y la caída anticipada de la fruta. Los daños de la enfermedad afectan tanto a la calidad de la cosecha como al rendimiento productivo de los árboles.

En nuestro país sólo están autorizados para el control de la mancha marrón de las mandarinas los fungicidas cúpricos y mancozeb. Estos productos poseen una actividad únicamente preventiva y carecen de acción post-infectiva, por lo que las aplicaciones deben realizarse con anterioridad a las infecciones (Vicent y col., 2007; 2009). Debido al corto período de incubación característico de esta enfermedad, un pequeño retraso en la aplicación de los fungicidas se traduce en unas pérdidas de cosecha considerables. La aplicación sistemática de fungicidas cúpricos ocasiona problemas de acumulación de este metal en el suelo, lo que ha motivado una limitación de su uso en agricultura ecológica a nivel europeo (Reglamento EC/473/2002).

La escasa disponibilidad actual de productos efectivos para el control de la mancha marrón plantea la necesidad de evaluar nuevas materias activas fungicidas que permitan mantener un control económico de esta enfermedad. En este artículo se presentan de forma sintética los resultados del proyecto de investigación conjunto entre el IVIA y Arysta LifeScience para el desarrollo del fungicida SYLLIT FLOW (dodina 40%) en el control de la mancha marrón de las mandarinas.

Material y métodos

Ensayos in vitro. Se preparó medio de cultivo sólido patata dextrosa agar (PDA) con concentraciones crecientes en proporción logarítmica de SYLLIT FLOW: 0, 0.1, 1, 10 y 100 mg de materia activa (ma) por litro. Se evaluaron cuatro aislados de *A. alternata* de la micoteca del IVIA (A096, A077, A075 y A085). Se sembraron discos de agar de 10 mm de diámetro colonizados por el aislado correspondiente en el centro de las placas de medio de cultivo, que se

incubaron en oscuridad a 23°C. Se tomaron medidas periódicas del crecimiento micelial de las colonias hasta que las placas sin fungicida alcanzaron su máximo crecimiento.

Los valores de crecimiento micelial de los hongos en las diferentes concentraciones de fungicida se expresaron como porcentaje de inhibición respecto al testigo sin fungicida. Estos valores se analizaron mediante regresión lineal respecto al logaritmo de la concentración de fungicida (-1, 0, 1 y 2). Para cada fungicida, se estimó gráficamente el intervalo

de la dosis efectiva (ED_{50}) de fungicida necesaria para inhibir el crecimiento micelial del hongo en un 50% (Dhingra y Sinclair, 1995). Todos los análisis gráficos y estadísticos se realizaron con el programa R v.2.15.1 (R Development Core Team, 2012).

Ensayos en campo. En 2013 se realizó un ensayo de eficacia en campo para el control de la mancha marrón causada por *A. alternata* en una parcela (nº 272) de mandarina 'Nova' en la localidad de Alzira, Valencia, fuertemente afectada por la enfermedad.

Se comparó una estrategia de tratamientos con SYLLIT FLOW respecto a un testigo sin tratar. Para cada tratamiento (fungicida y testigo) se realizaron 14 repeticiones de un árbol cada una y distribuidas completamente al azar. Se realizaron cinco aplicaciones con SYLLIT FLOW los días 24-04-13, 22-05-13, 27-08-13, 26-09-13 y 29-10-13, con una concentración de 200 cm³/100L y un gasto de caldo aproximado de 4,5 L/árbol. Estas aplicaciones se programaron para cubrir los períodos de infección en primavera-verano y verano-otoño definidos por el sistema de estación de avisos <http://gipcitricos.ivia.es/avisos-alternaria> (Bassimba y col., 2014).

El 22-05-13 evaluó la incidencia de daños foliares de la enfermedad en 20 brotes de cada árbol. El 12-12-13 se evaluó la severidad de los daños en 100 frutos de cada árbol siguiendo la norma internacional de calidad de cítricos establecida por la OECD (2010). Los resultados se analizaron gráficamente y mediante la prueba *t* de Student para detectar posibles diferencias estadísticamente significativas entre SYLLIT FLOW y el testigo.

En 2014 se realizaron dos ensayos de eficacia en campo en parcelas (nº 230, nº 145) de mandarina 'Nova' en la misma localidad. Las parcelas se seleccionaron por presentar un nivel de afección habitual en las condiciones de producción comercial. En los dos casos se empleó un diseño en bloques al azar



Figura 1. Síntomas de la mancha marrón causada por *Alternaria alternata* en un fruto de mandarina 'Nova'.

con tres repeticiones de 3-5 árboles cada una. Se utilizó la misma concentración y volumen de caldo indicados anteriormente. Se compararon tres estrategias de aplicación de SYLLIT FLOW respecto a un testigo sin tratar: pv = períodos de infección en primavera-verano (21-05-14, 26-06-14), vo = períodos de infección en verano-otoño (17-09-14,

03-10-14, 23-10-14) y pv+vo = todos los períodos de infección (21-05-14, 26-06-14, 17-09-14, 03-10-14, 23-10-14).

El 9-12-14 se evaluó la severidad de los daños en 100 frutos de cada parcela elemental según la norma internacional de calidad de cítricos (OECD, 2010). En este caso se optó por un análisis de re-

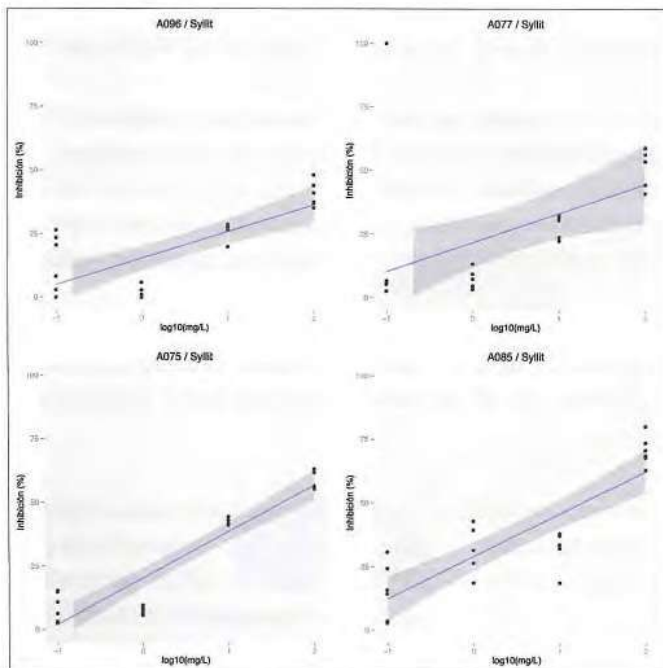


Figura 2. Efecto de las diferentes concentraciones de SYLLIT FLOW sobre la inhibición del crecimiento micelial de cuatro aislados del hongo *Alternaria alternata* (Valores de cada repetición, líneas de regresión e intervalo de confianza del 95%).

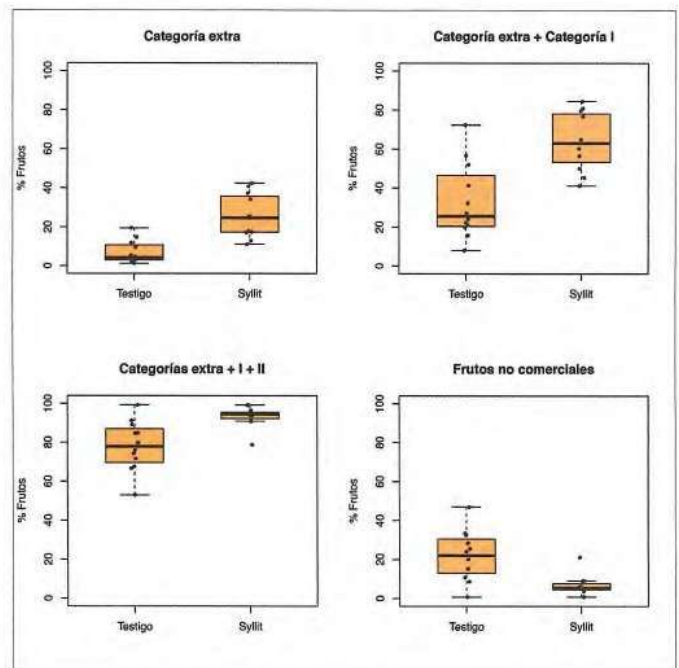


Figura 3. Porcentaje de frutos según las categorías establecidas en la norma internacional de calidad de cítricos (OECD, 2010) para los daños causados por *Alternaria alternata*. Árboles de mandarina 'Nova' tratados con SYLLIT FLOW respecto al testigo sin tratar. Valores de cada repetición y box-plot para cada tratamiento (valores mínimo y máximo, mediana y cuartiles 25% y 75%).

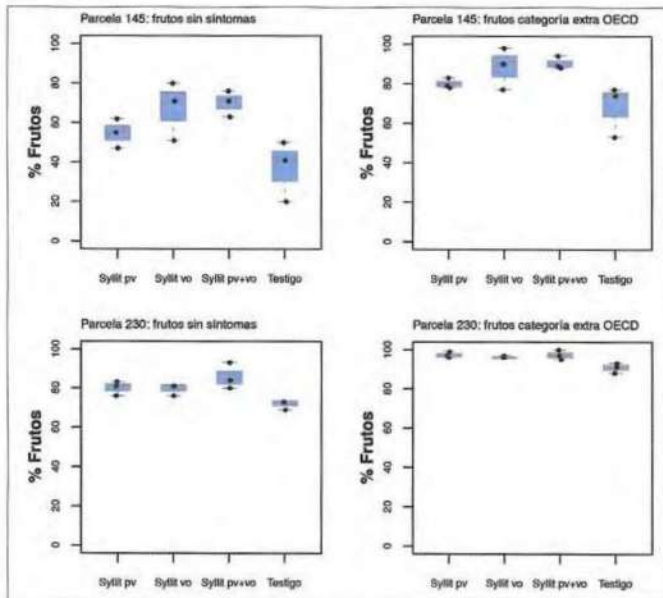


Figura 4. Porcentaje de frutos de mandarina 'Nova' sin síntomas de mancha marrón (*Alternaria alternata*) y categoría extra OECD obtenidos en los dos ensayos de eficacia de SYLLIT FLOW en 2014. Valores de cada repetición y diagrama de cajas (box-plot) para cada tratamiento (valores mínimo y máximo, mediana y cuartiles 25% y 75%). Aplicaciones: pv = primavera-verano; vo = verano-otoño.

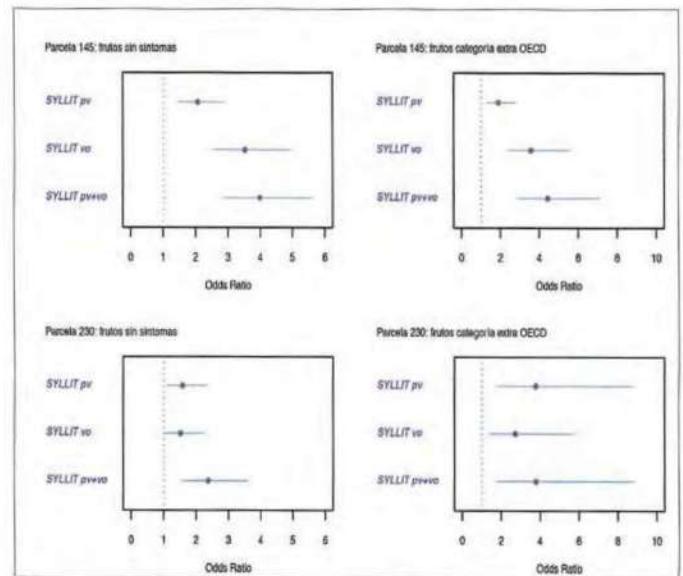


Figura 5. Valores del estadístico Odds Ratio (OR) para el porcentaje de frutos de mandarina 'Nova' sin síntomas de mancha marrón (*Alternaria alternata*) y el porcentaje de frutos de categoría extra OECD obtenidos en los dos ensayos de eficacia de SYLLIT FLOW en 2014. Mediana e intervalo de credibilidad del 95% (IC95). Línea discontinua vertical (azul) para OR=1 (i.e. no existe efecto significativo del tratamiento). Aplicaciones: pv = primavera-verano; vo = verano-otoño.

gresión logística. La estimación de los parámetros se realizó mediante inferencia Bayesiana calculando los intervalos de credibilidad del 95% (IC95) de las distribuciones a posteriori de cada uno de los estimadores (Bolstad, 2004). Se utilizó el Odds Ratio (OR) como estadístico de contraste para detectar el posible efecto de los tratamientos. Cuando un tratamiento no tiene una eficacia significativa, la probabilidad de que aparezca la enfermedad es la misma para los dos grupos (tratado y no tratado) y por lo tanto el OR = 1. Cuando el OR > 1 se interpreta que el tratamiento es eficaz y reduce significativamente la incidencia o severidad de la enfermedad. Cuanto más alto es el valor del OR mayor es la eficacia del tratamiento.

Resultados y discusión

Ensayos in vitro. El fungicida SYLLIT FLOW presentó un valor de ED_{50} entre 10-100 mg ma / L. para los aislados de *A. alternata* A077, A075 y A085 (Figura 2). En el aislado A096 el valor de ED_{50} quedó fuera del rango de concentraciones evaluadas. Para interpretar correctamente los resultados de los ensayos *in vitro* hay que tener en cuenta que un buen nivel de fungitoxicidad es un requisito necesario, pero no suficiente, para una buena actividad del producto en campo. Una vez aplicado sobre la planta, los factores ligados a la persistencia del fungicida

son los que determinan en mayor medida su eficacia en condiciones de campo (Hewitt, 1998).

Ensayos en campo. La incidencia media de brotes afectados por la mancha marrón con el tratamiento con SYLLIT FLOW en el ensayo de mandarina 'Nova' fue del 23,16% respecto al 59,58% en el testigo sin tratar, con diferencias significativas entre ellos ($P < 0,01$). El porcentaje medio de frutos en la categoría de calidad extra en los árboles tratados con SYLLIT FLOW fue del 25,58%, significativamente mayor ($P < 0,01$) al 6,83% obtenido en el testigo sin tratar (Figura 3). El porcentaje medio de frutos de categoría extra y categoría I con SYLLIT FLOW fue del 63,93%, prácticamente el doble que el 32,73% obtenido en el testigo ($P < 0,01$). El porcentaje total de frutos comerciales (categoría extra + categoría I + categoría II) fue del 93,31% con SYLLIT FLOW y del 78,18% en el testigo, detectándose diferencias significativas entre ellos ($P < 0,01$). El porcentaje de frutos no comerciales fue del 6,68% con SYLLIT FLOW y 21,81% en el testigo, con diferencias significativas entre ellos ($P < 0,01$).

En 2014, el porcentaje promedio de frutos sin síntomas en el testigo sin tratar fue del 37% en la parcela 230, con menor presión de enfermedad, del 71,7% en la parcela 145, con mayor presión de enfermedad (Figura 4). Todos los tratamientos ensayados incrementaron de forma significativa el

porcentaje de frutos sin síntomas y el porcentaje de frutos de categoría extra OECD (OR > 1: los IC95 no solapan con la línea OR = 1) (Figura 5). En la parcela 230, con menor presión de enfermedad, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (los IC95 se solapan entre si) en lo que respecta al porcentaje de frutos sin síntomas y el porcentaje de frutos de categoría extra OECD. En la parcela 145, con mayor presión de enfermedad, la estrategia de SYLLIT FLOW aplicado durante todos los períodos de infección (primavera-verano + verano-otoño) fue más efectiva que la estrategia aplicada únicamente durante los periodos de infección en primavera-verano (los IC95 no solapan entre si).

Conclusiones

- SYLLIT FLOW resultó fungitóxico frente a *Alternaria alternata* en el ensayo de crecimiento micelial *in vitro*.
- En el ensayo de campo de 2013, la estrategia de aplicaciones en campo de SYLLIT FLOW fue efectiva en el control de la mancha marrón causada por *A. alternata* en mandarina 'Nova'. Se duplicó la proporción de frutos en las dos categorías más altas de calidad comercial (extra y primera) respecto al testigo.

- En los ensayos de campo de 2014, todas las estrategias de SYLLIT FLOW ensayadas incrementaron de forma significativa el porcentaje de frutos sin síntomas de mancha marrón y el porcentaje de frutos de categoría extra respecto al testigo sin tratar en las dos parcelas de estudio.
- En la parcela 230, con menor presión de enfermedad, no se detectaron diferencias significativas entre las tres estrategias de SYLLIT FLOW evaluadas. En la parcela 145, con mayor presión de enfermedad, la estrategia de SYLLIT FLOW con aplicaciones durante todos los períodos de infección (primavera-verano + verano-otoño) fue más efectiva que la estrategia con aplicaciones únicamente en primavera-verano.

BIBLIOGRAFÍA

- Bassimba DDM, Mira JL and Vicent A (2014) Inoculum sources, infection periods, and effects of environmental factors on *Alternaria* brown spot of mandarin in Mediterranean climate conditions. *Plant Disease* 98, 409-417.
- Bolstad WM (2004) *Introduction to Bayesian Statistics*. Wiley. 464 pp.
- Dhingra OD and Sinclair JB (1995) *Basic plant pathology methods*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 434 pp.
- Hewitt HG (1998). *Fungicides in crop protection*. CAB International, Wallingford, UK. 221 pp.
- OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development), 2010. *International standards for fruit and vegetables: citrus fruit*. OECD, 244 pp.
- R Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- Vicent A, Armengol J, García-Jiménez J (2007) Rain fastness and persistence of fungicides for control of *Alternaria* brown spot of citrus. *Plant Disease* 91, 393-399.
- Vicent A, Armengol J, García-Jiménez J (2009) Protectant activity of reduced concentration copper sprays against *Alternaria* brown spot on 'Fortune' mandarin fruit in Spain. *Crop Protection* 28, 1-6.



GUÍA DE CAMPO PLAGAS DE CÍTRICOS Y SUS ENEMIGOS NATURALES

Por
FERRAN GARCIA MARÍ

Esta guía práctica **describe más de 100 especies** de insectos y ácaros que se encuentran habitualmente en los cultivos españoles de cítricos. La mayoría son plagas potenciales, aunque también se incluyen sus principales enemigos naturales y otros artrópodos asociados. **Más de 600 fotos en color** ayudarán a reconocer las distintas fases de desarrollo de estos artrópodos, así como los daños que producen. La guía de las plagas en el cultivo de los cítricos incluye también una breve información complementaria para su manejo y control, como época y método de muestreo, distribución, importancia y biología.

176 Páginas
P.V.P.: 29€ (Iva incluido)

www.phytoma.com