

## FUNGICIDAS COMERCIALES EN EL CONTROL DE MILDIÚ VELLOSO

### (*Pseudoperonospora cubensis*) EN PEPINO (*Cucumis sativus*), MANABÍ, ECUADOR

### Commercial fungicides in the control of fuzzy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumbers (*Cucumis sativus*), Manabí, Ecuador

Steven Heredia-IIvis<sup>1</sup>, Roberto Burbano-Coaboy<sup>1</sup>, Julissa Zambrano-Zambrano<sup>2</sup>, Juan Moreira-Saltos<sup>3</sup>,  
Diana Andrade-Loor<sup>4</sup>, Sergio Vélez-Zambrano<sup>5</sup>

#### RESUMEN

El pepino es una cucurbitácea de gran demanda a nivel mundial, reconocida por su valor nutritivo y características de consumo en fresco; sin embargo, su producción se ha visto afectada por enfermedades fúngicas como mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*). El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de cuatro fungicidas (Metalaxyl+oxicloruro de cobre, Mancozeb+metalaxyl, Fosetyl aluminio, Dimetomorph) en el control del mildiu veloso en cultivo de pepino. La investigación se llevó a cabo en parcelas (20 m<sup>2</sup>) del campus Politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “MFL”, Manabí, Ecuador; utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La aplicación de los fungicidas evaluados, se efectuó a los 28, 43 y 58 días después de la siembra (dds). Se realizaron tres evaluaciones (30, 45, 60 dds) para determinar la incidencia y severidad de la enfermedad. Las variables evaluadas fueron número de frutos por planta; longitud, diámetro y peso de los frutos. La evaluación de incidencia a los 30, 45, 60 días no presentaron diferencias estadísticas (100%), sin embargo, en la severidad presentó diferencias estadísticas altamente significativas en todos los tratamientos ( $p = 0.0001$ ); los fungicidas Metalaxyl+oxicloruro de cobre (36%), Mancozeb+metalaxyl (16.5%), Fosetyl-al (42%) y Dimethomorph (24.5%), disminuyeron los niveles de severidad de mildiu veloso, en los tres monitoreos realizados. Además, el Dimetomorph fue el fitosanitario que más se destacó en el incremento de las variables productivas. Estos hallazgos demostraron la eficacia del uso racional de fungicidas en el control del mildiu veloso y del Dimethomorph en el aumento de los niveles de productividad del cultivo de pepino.

**Palabras clave:** fungicidas, control fitosanitario, mildiu veloso, pepino.

#### ABSTRACT

Cucumber is a cucurbitaceae in high demand worldwide, recognized for its nutritional value and characteristics for fresh consumption; however, its production has been affected by fungal diseases such as downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*). The objective of this study was to evaluate the efficacy of four fungicides (Metalaxyl+copper oxychloride, Mancozeb+metalaxyl, Fosetyl aluminum, Dimetomorph) in controlling downy mildew in cucumber crops. The research was carried out on plots (20 m<sup>2</sup>) at the Polytechnic Campus of the Manabí Higher Polytechnic School of Agriculture “MFL”, Manabí, Ecuador; using a completely randomized block design with four replicates. The evaluated fungicides were applied 28, 43, 58 days after sowing (dds). Three evaluations (30, 45, and 60 dds) were carried out to determine the incidence and severity of the disease. The variables evaluated were number of fruits per plant; length, diameter, and weight of the fruits. The incidence assessment at 30, 45 and 60 days did not present statistical differences (100%), however, the severity did present highly statistically significant differences in all treatments ( $p = 0.0001$ ). The fungicides Metalaxyl + copper oxychloride (36%), Mancozeb + metalaxyl (16.5%), fosetyl-al (42%) and Dimethomorph (24.5%) were effective. Downy mildew severity levels decreased in all three monitoring sessions. Furthermore, Dimethomorph was the phytosanitary product that most significantly increased production variables. These results demonstrated the effectiveness of the rational use of fungicides to control downy mildew and of dimethomorph to increase cucumber crop productivity.

**Keywords:** fungicides, phytosanitary, downy mildew, *Cucumis sativus*.

<sup>1</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9370-9492>. julissasa.zambrano@espm.edu.ec

<sup>3</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4434-5986>. juanr.moreira@uleam.edu.ec

<sup>4</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6493-9311>. dmardrade@espm.edu.ec

<sup>5</sup> Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3785-7457>. smvelez@espm.edu.ec

## INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza de gran importancia a nivel mundial debido a su alto valor nutritivo y su amplio consumo en forma fresca o procesada, con altas fuentes de vitaminas, minerales, carbohidratos solubles, proteínas, etc. (Javid et al., 2024). Originario de las regiones húmedas de la India, este cultivo se ha extendido a diversas regiones de Asia y Europa, consolidándose como un componente esencial en la dieta diaria humana y en la industria alimentaria (Idemudia y Enogieru, 2024). Sin embargo, su producción enfrenta desafíos significativos, entre los que destaca la incidencia de enfermedades fúngicas foliares como el Mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berck & Curt), considerado uno de los fitopatógenos que más afectan a las especies de las cucurbitáceas (Guta et al., 2024), responsable de pérdidas devastadoras en especies de cucurbitáceas como pepino (Khan et al., 2021), melones (*C. melo* L.), sandías (*Citrullus lanatus*), calabaza (*Cucurbita pepo* L. o *C. moschata* Duchesne ex Poir.) y los zapallos (*Cucurbita* spp.) (Savory et al., 2011; Méndez et al., 2008). Este fitopatógeno provoca síntomas como manchas cloróticas y angulosas que evolucionan a necrosis foliar, defoliación severa y formaciones irregulares en los frutos debido a la exposición directa a los rayos solares (Mirzwa-Mróz et al. 2024). Estas afectaciones generan pérdidas económicas significativas, que en algunos casos pueden ser totales, impactando negativamente la rentabilidad de los productores (Gabriel et al., 2020; Shoukry et al., 2021).

*P. cubensis* se propaga rápidamente en condiciones húmedas y frías, y las plantas infectadas presentan manchas angulares de color amarillo a marrón en la superficie superior de las hojas y un crecimiento veloso de color púrpura grisáceo en la superficie inferior (Savory et al., 2005; Abdelhak et al., 2022), restringiendo la capacidad fotosintética de la planta, ocasionando atrofia y merma notable del rendimiento en todas las etapas fenológicas de la planta (Méndez et al. 2010). Los métodos de control eficaces son importantes para reducir los daños causados por el mildiu veloso (Sharma et al., 2023). Los métodos comunes utilizados para controlar el mildiu veloso incluyen el control químico, variedades tolerantes y el control con productos biológicos (Mirzwa-Mróz et al. 2024; Cruz y Centeno, 2017).

El control químico es una de las estrategias más utilizadas para controlar el mildiu veloso. Se emplean

comúnmente fungicidas (Lebeda y Cohen, 2011a; Golndenhar y Hausbeck, 2019; Lebeda y Urban, 2007; Wang et al, 2007); entre los que se destacan: mancozeb, clorotalonil, productos a base de cobre, metalaxil, mefenoxam, dimethomorph, estrobilurinas, propamocarb y cyazofamid (Méndez et al., 2008).

El cultivo de pepino representa una fuente importante de ingresos económicos y de seguridad alimentaria para los productores en la provincia de Manabí. Sin embargo, la presencia del mildiu veloso ha generado pérdidas significativas en la producción, afectando tanto el desarrollo del cultivo (60%) como la economía local (Ortega et al., 2020). Por ello, es fundamental evaluar la eficacia de diferentes fungicidas para el control de esta enfermedad, con el fin de proporcionar a los productores herramientas que les permitan minimizar las pérdidas y mejorar los rendimientos. El presente estudio tiene como objetivo general determinar la eficacia de fungicidas en el control de mildiu veloso en el cultivo de pepino, con el fin de contribuir al manejo integrado de esta enfermedad y fortalecer la producción agrícola en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación de la zona de estudio

La investigación se llevó a cabo la época seca del año 2023, en el valle del río Carrizal, Cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. El experimento se realizó en coordenadas geográficas de latitud Sur: 0° 49' 27.9", longitud Oeste 80° 10' 27", y a una altitud de 15 metros sobre el nivel del mar. Esta región presenta un promedio de precipitación anual de alrededor de 800 mm, con temperatura máxima 30.7 °C y una mínima de 21.87 °C.

### Metodología

#### Material vegetal

En este estudio, se empleó el híbrido de pepino Humocaro, conocido por su sobresaliente características morfo agronómicas, con un potencial productivo de 9000 docenas por hectárea. Para mitigar los efectos adversos provocados por insectos chupadores y cortadores, se realizó un tratamiento a las semillas con una combinación de insecticidas (Thiametoxam en dosis de 3 mL kg<sup>-1</sup> de semillas + Thiodicarb en dosis de 15 mL kg<sup>-1</sup> de semillas). Durante la siembra, se utilizó un distanciamiento de 0,50 metros entre las plantas y de un metro entre las hileras.

### Manejo del experimento

La preparación del suelo se realizó por medio de labranza mínima. Las semillas de pepino previamente tratadas con productos fitosanitarios se colocaron en bandejas germinadoras y permanecieron en las mismas por ocho días, hasta que se realizó la labor de trasplante en el terreno, utilizando espeques para hacer orificios en el suelo de 2 a 5 cm para colocar las plántulas.

Para suplir las necesidades hídricas del cultivo, se suministró agua por medio de sistema de riego por goteo, con una frecuencia de dos a tres veces por semana o cuando las necesidades hídricas del cultivo lo ameritaban. A medida que las plantas crecieron, se colocaron cuerdas para tutorado y se sujetaron sobre alambres de metal colocados en soportes de caña guadúa, para evitar el contacto de los frutos con el suelo.

A los 15 días después del trasplante, se llevó a cabo el control de malezas de manera manual con un machete, y luego se administró el herbicida de contacto Paraquat en dosis de (1 L ha<sup>-1</sup>) a los 30 y 45 días posteriores a la siembra, utilizando una bomba de mochila de 20 L de capacidad.

Durante el desarrollo del experimento se presentaron poblaciones de insectos como *Bemisia tabaci*, *Aphis* spp., *Frankliniella* sp. para los cuales se usaron Thiametoxam (200 g ha<sup>-1</sup>), Imidacloprid (200 mL ha<sup>-1</sup>) y Spinetoram (100 mL ha<sup>-1</sup>) y para el control de *Diaphania* spp., se aplicó Lufenuron (500 mL ha<sup>-1</sup>) y Benzoato de emamectina (200 g ha<sup>-1</sup>).

### Tratamientos evaluados

Tabla 1. Tratamientos establecidos para el control de mildiu veloso.

Código	Tratamiento
T1	Metalaxyl+ oxicloruro de cobre (0.5 kg ha <sup>-1</sup> )
T2	Mancozeb+ metalaxyl (2.5 kg ha <sup>-1</sup> )
T3	Fosetyl aluminio (2.5 kg ha <sup>-1</sup> )
T4	Dimetomorph (0.8 L ha <sup>-1</sup> )
T5	Sin aplicación

Se realizaron monitoreos visuales cada dos días, detectándose síntomas de la enfermedad a los 26 días después de la siembra (dds) en las hojas inferiores. Las primeras manchas cloróticas aparecieron de forma simultánea en la mayoría de plantas, lo que motiva la primera aplicación de fungicidas a los 28 dds. Se

realizaron aplicaciones adicionales a los 43 y 58 días del cultivo, observándose manchas necróticas provocadas por la afectación de mildiú en la mayoría de las hojas al final del experimento.

### Variables evaluadas

En el estudio se evaluaron las siguientes variables para determinar el efecto de los tratamientos aplicados:

- Incidencia y severidad de la enfermedad (%): la incidencia de la enfermedad, se estimó a los 30, 45 y 60 días, contabilizando las plantas enfermas, en relación al total de plantas evaluadas, de la misma forma la severidad fue registrada empleando la escala propuesta por Michereff et al. (2009), con niveles de 2, 4, 8, 16, 32, 64, 82 y 96 % de tejido foliar afectado.
- Longitud y diámetro de fruto (cm): utilizando una cinta métrica se midió la longitud de los frutos desde la base hasta el ápice, a su vez, el diámetro fue registrado en la parte central de cada fruto con ayuda de un calibrador.
- Número de fruto/planta (unidad) y peso de frutos (g): el número de frutos se contabilizó de forma directa, para estimar el peso, con el uso de una balanza digital, se contaron y pesaron los frutos seleccionando ocho plantas de la parcela útil, sumando los frutos obtenidos por cada cosecha.

### Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), unifactorial (A+1), con cuatro repeticiones, 20 unidades experimentales de 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m). Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de medias con Tukey al ( $p = 0.05$ ) de error.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Incidencia de la enfermedad en el cultivo de pepino

De acuerdo a los resultados de los tres monitoreos realizados para evaluar la incidencia del mildiu veloso en el cultivo de pepino después de la siembra, se observó un 100% de incidencia de la enfermedad. Esto se debe a que cuando se realizó la primera evaluación de presencia de la enfermedad en condiciones de campo, de forma repentina, todas las plantas presentaban al menos una mancha clorótica provocada por el mildiú veloso, esto se puede asociar a la rápida diseminación, así como a la diversidad que pueden presentar varios fitopatógenos del grupo de los

omicetos, favorecidos principalmente por las condiciones climáticas (Lebeda y Cohen, 2011b; Syobu y Watanabe, 2022).

Analizando otros estudios, se puede indicar que resultados similares fueron reportados por Ruiz-Sánchez et al. (2008), quienes evaluaron fungicidas sistémicos (Fosetyl aluminio y Dimethomorph) para el control del mildiu veloso en el cultivo de melón. Sin embargo, Nasir et al. (2015) obtuvieron un menor porcentaje de incidencia al utilizar Ridomil Gold (68WP), logrando un control eficiente de la enfermedad. De manera similar, Chaudhry et al. (2009) reportaron una incidencia mínima de mildiu veloso al aplicar Succes, Rimodil Gold y Alliet, en comparación con el control. Estas leves diferencias podrían tener relación con la época de aplicación de los productos fitosanitarios o si fueron realizadas aplicaciones preventivas, es decir antes de la manifestación sintomatológica de *P. cubensis*.

## Severidad

La severidad de la enfermedad evaluada mediante la escala Michereff et al. (2009), mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos en todas las fechas de evaluación (Tabla 2). En el primer monitoreo, el tratamiento con Mancozeb+Metalaxyl presentó el valor más bajo de severidad (2.73%). Sin embargo, los otros tratamientos fungicidas no presentaron diferencias estadísticas entre sí, a diferencia de los resultados alcanzados con el testigo (sin aplicación de fungicidas), que registró el valor más alto de severidad en hojas con 6.38%. Posterior a la segunda aplicación de los fungicidas, las mezclas de Metalaxyl con oxícloruro de cobre y Mancozeb, así como el Dimethomorph, presentaron los niveles más bajos de severidad; no obstante, en la última evaluación realizada a los 60 días, el Mancozeb+Metalaxyl y el Dimethomorph, demostraron los índices más bajos de mildiú veloso con 19.5% y 24.50% de severidad, respectivamente, a diferencia del testigo que presentó un aspecto necrótico avanzado de sus hojas, al tener una severidad de 76.56%.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Ruiz-Sánchez et al. (2008), quienes lograron reducir la severidad del mildiu veloso utilizando Dimethomorph y Fosetyl-al a los 75 días posteriores a la siembra. De manera similar Ganeshan y Chethana. (2022), reportó una disminución en la incidencia de la enfermedad al

aplicar fungicidas como Cymoxanil (8%) + Mancozeb (64%). Además, Mohammed et al. (2024) en un estudio sobre el control del mildiu veloso en pepino, observaron una severidad mínima de la enfermedad al utilizar Metalaxyll.

Los bajos niveles de severidad de mildiu veloso presentados por la mezcla de Mancozeb y Metalaxyll en este ensayo, podrían atribuirse a la eficacia que posee el Mancozeb, que es un Ditiocarbamato con amplio espectro de acción, así como su alta capacidad de protección frente a diversos hongos fitopatógenos (FRAC, 2008), sumado a las características del metalaxyll que es un fungicida sistémico perteneciente al grupo de fenilamidas, con capacidad de interferir la síntesis de ARn y por ende la formación de proteínas esenciales en el desarrollo de *P. cubensis* (Ogolla et al., 2021), lo que posiblemente dificultó la adecuada colonización del pseudohongo en las células de los tejidos foliares del pepino (Sharma et al., 2023; Rekanović et al., 2012).

Otros ensayos destacan los efectos positivos de la aplicación de fungicidas similares a los usados en esta investigación en relación a la severidad, donde se destaca el uso de estos fitosanitarios al ser combinados con inductores de resistencia como el fosfito y acibenzolar-metil (Méndez et al., 2010).

Además, es importante destacar que la combinación Mancozeb+Metalaxyll y Dimethomorph han sido utilizados durante cierto tiempo en los campos donde se cultiva pepino y otras cucurbitáceas en la provincia de Manabí y que es sumamente necesario monitorear el comportamiento de *P. cubensis* y otros oomicetos en relación a los fungicidas (Chauhan et al., 2023; Bastos et al., 2021), con la intención de estimar la sensibilidad, así como el aparecimiento de resistencia a los fungicidas por parte de este fitopatógeno (Chacón et al., 2022; Wang et al., 2022). Sin embargo, en este caso, aún se mantiene la eficacia de los fitosanitarios que se han destacado en este ensayo, posiblemente debido a varias situaciones, como a que las poblaciones de *P. cubensis*, presentes en la localidad del ensayo (Cantón Bolívar), aún son sensibles y no han presentado resistencia a alguno de los componentes de forma individual o a la mezcla de los principios activos. No obstante, hay que tener presente que la sensibilidad entre poblaciones de *P. cubensis* puede ser altamente variable y necesita un monitoreo de forma rutinaria y constante en el tiempo (Moraes et al., 2023; Lee et al., 2025).

Tabla 2. Prueba de medias de severidad de mildiu veloso a los 30, 45 y 60 días posteriores a la siembra en plantas de pepino.

Tratamientos	Monitoreo 1 (día 30) (%)	Monitoreo 2 (día 45) (%)	Monitoreo 3 (día 60) (%)
Metalaxyl + Oxicloruro de cobre	3.40 a	13.50 ab	36.00 bc
Mancozeb + Metalaxyl	2.73 a	12.25 a	16.50 a
Fosetyl aluminio	4.10 a	16.75 b	42.00 c
Dimethomorph	4.45 a	13.00 ab	24.50 ab
Testigo (control)	6.38 b	33.00 c	76.60 d
p-valor tratamientos	0.0005	< 0.0001	< 0.0001
p-valor bloques	0.8616	0.1195	0.0427
Error experimental	0.42	1.15	3.63
Coeficiente de variación	20.14	10.95	16.72

Valores con letras distintas muestran diferencias significativas ( $p > 0.05$ ).

### Diámetro de fruto, longitud de fruto, número de frutos por planta y peso de frutos

Las variables diámetro de fruto (cm) y longitud de fruto (cm) no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos con fungicidas para el control del mildiu veloso, esta semejanza entre los tratamientos estudiados, puede deberse a las características genéticas propias del híbrido utilizado. Por otro lado, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el número de frutos por planta y el peso de frutos por parcela. El tratamiento con Dimethomorph obtuvo los valores más altos, con un promedio de 65 frutos y 19.708 g. En contraste, el testigo (sin aplicación de

fungicidas) mostró los valores productivos más bajos, con 45.50 frutos y 13.341 g (Tabla 3).

Los resultados de esta investigación muestran diferencias y similitudes con estudios previos. En cuanto al diámetro del fruto, los valores obtenidos difieren de los reportados por Pandit et al. (2020), quienes utilizaron Krilaxyl (Mancozeb+Metalaxyl) en condiciones de campo abierto. Por otro lado, la longitud del fruto en este estudio superó los valores reportados por Chaudhry et al. (2009), quienes registraron una menor longitud de fruto al emplear Metalaxyl 8%+ Mancozeb 64%.

Tabla 3. Efecto de fungicidas sobre variables productivas en el cultivo de pepino.

Tratamientos	Diámetro del fruto (cm)	Longitud de fruto (cm)	Número de frutos/planta	Peso de frutos (g planta <sup>-1</sup> )
Metalaxyl + Oxicloruro de cobre	5.68	24.90	46.00 a	14 995.50 ab
Mancozeb + Metalaxyl	5.50	24.06	49.25 a	16 694.25 ab
Fosetyl aluminio	5.68	23.94	52.25 a	16 589.75 ab
Dimethomorph	5.70	23.68	65.00 b	19 708.00 a
Testigo (control)	5.68	22.56	45.50 a	13 341.25 ab
P-valor tratamiento	0.3189 ns	0.2382 ns	0.0001**	0.0234*
Coeficiente de variación	2.30	5.13	8.55	13.91

\* = significancia al nivel 0.05; \*\* = alta significancia al nivel 0.01, ns = no hay significancia.

En relación al número de frutos por planta, los resultados concuerdan con los hallazgos de Ruiz-Sánchez et al., (2008), quienes encontraron que el número de frutos fue mayor en parcelas tratadas con Dimethomorph en el cultivo de melón. De manera similar, Chaudhry et al. (2009) destacaron a Ridomil Gold como el tratamiento con mayor fruto, seguido de Success y Alliet. Además, Nasir et al. (2015) respaldan estos hallazgos, destacando el uso Ridomil Gold 68 WP y Champion 77WP (Hidróxido de cobre) para maximizar la producción de frutos.

Respecto al peso de frutos, Chaydhry et al. (2009) reportaron valores superiores con Ridomil Gold

(328 g planta<sup>-1</sup>) seguido de Succes (312 g planta<sup>-1</sup>) y Alliet (293 g planta<sup>-1</sup>). De manera similar Ganeshan y Chethana (2022), observaron un rendimiento significativamente mayor en parcelas tratadas con Ridomil Gold (Mancozeb+Cymoxanil) en comparación con otros tratamientos y el control.

Los resultados de la presente resaltan la necesidad del uso de estos fungicidas ante el manejo de la enfermedad causada por *P. cubensis*, empleando tres aplicaciones temporales sobre *C. sativus*, en la zona de estudio. La selección de productos químicos es esencial para lograr un manejo eficiente de mildiú veloso. Estos hallazgos son sumamente valiosos para

el manejo integrado de la enfermedad, se estima la necesidad de realizar más estudios para evaluar productos químicos combinados con diferentes ingredientes activos, bajo condiciones de campo para así comprender mejor los posibles efectos sobre el pepino.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos más efectivos para reducir la severidad de mildiu veloso en el cultivo de pepino fueron T1 (Metalaxyl+Mancozeb 5 kg ha<sup>-1</sup>), T2 (Mancozeb+Metalaxyl 2.5 kg ha<sup>-1</sup>) y T4 (Dimethomorp 0.8 L ha<sup>-1</sup>), en comparación con el testigo.

Los tratamientos T2, T3 (Fosetyl aluminio 2.5 kg ha<sup>-1</sup>) y T4 mostraron un efecto positivo y significativo en los componentes del rendimiento del cultivo. En particular, el T4 destacó por alcanzar los valores más altos en número de frutos (65 frutos planta<sup>-1</sup>) y peso de frutos (19.708 g parcela<sup>-1</sup>).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhak, R; Kumari, SK; Imad, KM; Pant, D. 2022. Downy mildew of cucurbits caused by *Pseudoperonospora cubensis*: Disease profile and management (en línea). International Journal of Plant Pathology and Microbiology 2(7):8-15. Disponible en <https://doi.org/10.21608/jppp.2021.57331.1009>
- Bastos, CV; Costa, AS; Oliveira, LM; Souza, MA; Lima, AL; Silva, FS. 2021. Effective downy mildew management in basil using resistant varieties, environment modifications, and fungicides (en línea). Plant Health Progress 22(3):226-234. Disponible en <https://doi.org/10.1094 PHP-02-21-0041-FI>
- Chacón, MG; Caicedo, E; Ordóñez, M. E. 2022. Sensitivity to metalaxyl, mefenoxam, and cymoxanil in *Phytophthora andina* isolates collected from tree tomato (*Solanum betaceum*) in Ecuador (en línea). Tropical Plant Pathology 47(6):786-794. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s40858-022-00512-1>
- Chaudhary, S; Iqbal, J; Mustafa, A. 2009. Efficacy of different fungicides for the control of downy mildew of cucumber (en línea). Journal of Animal and Plant Sciences 19:202-204. Disponible en <https://thejaps.org.pk/docs/19-no-4-2009/Chaudhary.pdf>
- Chauhan, RS; Singh, H; Singh, N; Chauhan, P; Yadav, NK.; Kumar, A. 2023. Epidemiology and management of downy mildew of Isabgol: A review (en línea). Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology 41(9):741-750. Disponible en <https://doi.org/10.9734/ajaees/2023/v41i92099>
- Cruz, JL; Centeno, CV. 2017. Progreso temporal del mildiú veloso [*Pseudoperonospora cubensis* (Berkeley & M.A. Curtis) Rostovzev] en pepino (*Cucumis sativus* L.) manejado con fungicidas sintéticos, biológicos e inductores de resistencia (en línea). Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/3561/>
- FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). 2008. FRAC mode of action classification and resistance risk of fungicides (en línea). En: Modern Crop Protection Compounds, 2.<sup>a</sup> ed., vol. 2:539-557. Wiley-VCH, Weinheim. ISBN 9783527329656.
- Gabriel, J; Valverde, A; Indacochea, B; Castro, C; Vera, M; Alcivar, J; Vera, R. 2020. Desarrollo de una estrategia ecológica para el control del mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) (en línea). Revista Bionatura 5(2):1-15. Disponible en <https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.02.3>
- Ganeshan, G; Chethana, BS. 2022. Bioefficacy of Cymoxanil and Mancozeb against downy mildew of cucumber (*Cucumis sativus*) caused by *Pseudoperonospora cubensis* (en línea). The Indian Journal of Agricultural Sciences 82(1):1-3. Disponible en <https://doi.org/10.56093/ijas.v82i1.13886>
- Goldenhar, K; Hausbeck, M. 2019. Evaluation of fungicides for control of downy mildew of pickling cucumber (en línea). Plant Disease Management Reports, 3:V112. Disponible en <https://doi.org/10.1094/PHP-04-19-0025-RS>
- Guta, RD; Semunyana, M; Arif, S; Jeong, I; Kim, SH; Min, J; Oh, SK. 2024. Identification of *Pseudoperonospora cubensis* RxLR Effector Genes via Genome Sequencing (en línea). Mycobiology 52(3):354-363. Disponible en <https://doi.org/10.1080/12298093.2024.2408064>
- Idemudia, OU; Enogieru, AB. 2024. Phytochemical and pharmacological activities of *Cucumis sativus*: an updated review (en línea). Tropical Journal of Natural Product Research 8(7):7612-7623. Disponible en <https://doi.org/10.26538/tjnpf/v8i7.1>
- Javid, H; Fatima, U; Rukhsar, A; Hussain, S; Bibi, S; Bodlah, MA; Shahzad, HH; Dilshad, M; Waqas, M; Sharif, A. 2024. Phytochemical, nutritional and medicinal profile of *Cucumis sativus* L. (Cucumber) (en línea). Food Science and Engineering 5(2):358-377. Disponible en <https://doi.org/10.37256/fse.5220244795>
- Khan, SH; Mubeen, I; Jabbar, A; Shaheen, HMF; Fatima, K; Usman, M.; Aslam, N; Mazhar, HMR. 2021. Impact of downy mildew disease caused by *Pseudoperonospora cubensis* on cucumber germplasm and its horticultural attributes (en línea). Pakistan Journal of Phytopathology 33(1):117-123. Disponible en <https://doi.org/10.33866/PHYTOPATHOL.033.01.0668>
- Lebeda, A; Cohen, Y. 2011a. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)—biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control (en línea). European Journal of Plant Pathology 129(2):157-192. Disponible en

- <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9658-1>
- Lebeda, A; Cohen, Y. 2011b. Fungicide resistance in *Pseudoperonospora cubensis*, the causal pathogen of cucurbit downy mildew (en línea). En: Fungicide Resistance in Crop Protection: Risk and Management. CABI Publishing. Disponible en <https://doi.org/10.1079/9781845939052.0044>
- Lebeda, A; Urban, J. 2007. Temporal changes in pathogenicity and fungicide resistance in *Pseudoperonospora cubensis* populations (en línea). Acta Horticulturae 731:327-336. Disponible en <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.731.44>
- Lee, SH; Choi, YJ. 2025. Identification, phylogeny, and fungicide sensitivity of oomycota species causing stem and root rots on chrysanthemums in Korea (en línea). Mycobiology 53(3):259-268. Disponible en <https://doi.org/10.1080/12298093.2025.2472444>
- Méndez, W; Arauz, LF; Ríos, R. 2008. Evaluación de diferentes fungicidas e inductores de resistencia para el combate de mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*) (en línea). Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. Disponible en <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/f3c16177-9e5c-4117-a0da-fcbad3686acf/content>
- Méndez, W; Arauz, LF; Ríos, R. 2010. Evaluación de fungicidas convencionales e inductores de resistencia para el combate de mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en melón (*Cucumis melo*) (en línea). Agronomía Costarricense 34(2):49-60. Disponible en [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&id=S0377-94242010000200004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&id=S0377-94242010000200004)
- Michereff, SJ; Noronha, MA; Lima, GSA; Albert, ICL; Melo, EA; Gusmão, L. O. 2009. Diagrammatic scale to assess downy mildew severity in melon (en línea). Horticultura Brasileira 27:76-79. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000100015>
- Mirzwa-Mróz, E; Zieniuk, B; Yin, Z; Pawełkowicz, M. 2024. Genetic insights and molecular breeding approaches for downy mildew resistance in cucumber (*Cucumis sativus* L.): Current Progress and Future Prospects (en línea). International Journal of Molecular Sciences 25(23):12726. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijms252312726>
- Mirzwa-Mróz, E; Zieniuk, B; Yin, Z; Pawełkowicz, M. 2024. Genetic Insights and Molecular Breeding Approaches for Downy Mildew Resistance in Cucumber (*Cucumis sativus* L.): Current Progress and Future Prospects (en línea). International Journal of Molecular Sciences 25(23):12726. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijms252312726>
- Mohammed, SJ; Güçlü, G; Kahrizi, D; Gürkök, T. 2024. Evaluation of the effect of Metalaxyl-M and Chlorothalonil against downy mildew in cucumber and investigation of their residues (en línea). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(1):103-110. Disponible en <https://doi.org/10.29048/makufebed.1536050>
- Moraes, GS; Mello, JF; Brito, ACQ; Reis, A; Michereff, SJ; Gomes, AAM; Câmara, MPS; Vieira, JCB; Souza-Motta, CM. 2023. Phylogeny of *Pseudoperonospora* causing downy mildew of Cucurbitaceae in Brazil (en línea). European Journal of Plant Pathology 167(3):361-370. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02717-9>
- Nasir, M; Iqbal, B; Sajjad, M; Idrees, M; Mohy-Ud-Din, G; Iqra; Khan, WA; Hannan, A. 2015. Effectiveness of new fungicides against cucumber downy mildew under tunnel conditions (en línea). Pakistan Journal of Phytopathology 27(2):175-179. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/301611844\\_EFFECTIVENESS\\_OF\\_NEW\\_FUNGICIDES AGAINST\\_CUCUMBER\\_DOWNY\\_MILDEW\\_UNDER\\_TUNNEL\\_CONDITIONS](https://www.researchgate.net/publication/301611844_EFFECTIVENESS_OF_NEW_FUNGICIDES AGAINST_CUCUMBER_DOWNY_MILDEW_UNDER_TUNNEL_CONDITIONS)
- Ogolla, F; Nyakinywa, R; Chabari, S; Onyango, B. 2021. In-vitro evaluation of fungicide sensitivity of tomato leaf blight pathogens (en línea). Jurnal Pertanian Tropik 8(1):11-25. Disponible en <https://doi.org/10.32734/jpt.v8i1.5842>
- Ortega, J; Pereira-Murillo, E; Ayón-Villao, F; Castro-Piguave, C; Delvalle-García, I; Castillo, JA. 2020. Desarrollo de una estrategia ecológica para el control del mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis*) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) (en línea). Bionatura 5(2):1101-1105. Disponible en <https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.02.3>
- Pandit, S; Manandhar, HK; Dhakal, KH; Rijal, S; Bhandari, S; Paneru, S. 2020. Eficacia de los fungicidas en el manejo de la enfermedad del mildiú veloso del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de campo abierto, en el distrito de Dhading de Nepal (en línea). Journal of Agriculture and Natural Resources 3(1):240-252. Disponible en <https://doi.org/10.3126/janr.v3i1.27178>
- Rekanović, E; Potočnik, I; Milijašević-Marčić, S; Stepanović, M; Todorović, B; Mihajlović, M. 2012. Toxicity of metalaxyl, azoxystrobin, dimethomorph, cymoxanil, zoxamide and mancozeb to *Phytophthora infestans* isolates from Serbia (en línea). Journal of Environmental Science and Health, Part B 47(5):403-409. Disponible en <https://doi.org/10.1080/03601234.2012.657043>
- Ruiz-Sánchez, E; Tún-Suárez, JM; Pinzón-López, LL; Valerio-Hernández, G; Zavala-León, MJ. 2008. Evaluación de fungicidas sistémicos para el control del mildiú veloso (*Pseudoperonospora cubensis* Berk. & Curt.) Rost. en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) (en línea). Revista Chapingo. Serie Horticultura 14(1):79-84. Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2008000100011](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000100011)
- Savory, EA; Granke, LL; Quesada-Ocampo, LM; Varbanova, M; Hausbeck, MK; Day, B. 2011. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis* (en línea). Molecular Plant Pathology 12(3):217-226. Disponible en <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00670.x>
- Savory, EA; Granke, LL; Quesada-Ocampo, LM; Varbanova, M; Hausbeck, MK; Day, B. 2005. The cucurbit downy mildew pathogen *Pseudoperonospora cubensis* (en línea). Phytopathology 95(2):233-238. Disponible en

- <https://doi.org/10.1094/phyto-95-0233>
- Sharma, M; Gaviyappanavar, R; Tarafdar, A. 2023. Evaluation of fungicides and fungicide application methods to manage *Phytophthora blight* of pigeonpea (en línea). Agriculture 13(3):633. Disponible en <https://doi.org/10.3390/agriculture13030633>
- Shoukry, MR; Al Gazar, T; EL-Sheshtawi, M. 2021. Ability of some antagonistic fungi for controlling cucumber downy mildew disease caused by *Pseudoperonospora cubensis* (en línea). Journal of Plant Protection and Pathology 12(1):67-69. Disponible en <https://doi.org/10.21608/jppp.2021.57331.1009>
- Syobu, S.; Watanabe, S. 2022. Characteristics of meteorological conditions during a severe outbreak of onion downy mildew and metalaxyl sensitivity of *Peronospora destructor* in Saga, Japan, in 2016 (en línea). Horticulturae 8(7):578. Disponible en <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070578>
- Wang, H; Sun, H; Stammier, G; Ma, J; Zhou, M. 2007. Evaluación del riesgo de resistencia en *Pseudoperonospora cubensis* al fungicida flumorph in vitro (en línea). Pest Management Science 64:255-261. Disponible en <https://doi.org/10.1002/ps.1515>
- Wang, Y; Li, H; Zhao, Q; Zhang, L; Wu, J. 2022. Monitoring of resistance dynamics of *Phytophthora infestans* to cymoxanil and control efficacy validation of cymoxanil-containing fungicides against potato late blight (en línea). Scientia Agricultura Sinica 55(18):3556-3564. Disponible en <https://www.scipen.com/article/10.3864/j.issn.0578-1752.2022.18.007>

Artículo recibido en: 03 de septiembre del 2025

Aceptado en: 13 de diciembre del 2025