

# Translocación de fungicidas sistémicos en frutilla y su acción sobre *Verticillium* sp. Nees ex Wallr.<sup>1</sup>

Rudy H. Witt S.<sup>2</sup> y Lautaro Cancino E.<sup>3</sup>

## INTRODUCCION

El uso de los fungicidas sistémicos abre nuevas posibilidades de controlar la "verticilosis" en frutillas, enfermedad causada por el hongo *Verticillium* sp. Nees ex Wallr. A pesar de ello, el único producto que ha sido utilizado experimentalmente para controlar esta enfermedad en frutilla es el benomyl, ingrediente activo del Benlate (Lockhart *et al.* 1969).

La acción de los fungicidas sistémicos ha sido estudiada ampliamente en otros cultivos. Así por ejemplo, Buchenauer y Erwin (1971), señalan que el Benlate y Tecto 60 (tiabendazol), acidificados con ácido clorhídrico, ejercen un adecuado control de *Verticillium* sp. cuando se aplican al follaje de plantas de algodón.

El uso de métodos biológicos es una de las técnicas que pueden utilizarse para determinar la acción sistémica de un fungicida en las plantas. Entre ellos, el más ampliamente usado es la prueba de difusión en agar, descrita por Wain y Carter (1967). Así Nicholson *et al.* (1972), usando esta técnica comprobaron el movimiento ascendente y lateral del Benlate en plantas de frutillas.

<sup>1</sup>Parte de la Tesis presentada a la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile por Rudy H. Witt S., como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Recepción originales: 29 de octubre de 1973.

<sup>2</sup>Ing. Agr. Fitopatólogo, Universidad del Norte, Arica, Chile.

<sup>3</sup>Ing. Agr. M. S., Profesor Fitopatología General, Depto. Sanidad Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

El objetivo del presente trabajo fue determinar las características de translocación de algunos fungicidas sistémicos en plantas de frutilla, como también el grado de persistencia de cada uno de ellos en la planta y su acción *in vivo* sobre el hongo *Verticillium* sp.

## MATERIALES Y METODOS

Utilizando plantas de la variedad Tioga, se estudió, en condiciones de invernadero, la translocación acropétala, basipétala y la persistencia de los fungicidas Benlate (benomyl: 1-(butilcarbomoil)-2-benzimidazol) carbamato de metilo), Tecto 60 (tiabendazol: 2-(4-tiazolil)-benzimidazol), Cercobin M (metiltiofanato: 1,2-bis-(3-metoxicarbonil-2 tioureido) benceno), CELA W524 (triforine: N,N-bis (1-formamido-2,2,2-tricloroetil) piperazina), Derosal (carbendazol: 2-(metoxicarbonilamino)-benzimidazol) y DAM 18654 (cypendazol: 1-(5-cyan-pentil-carbomoil)-2-(metoxicarbonilamino)-benzimidazol).

Además, el Benlate y Tecto 60 se emplearon acidificados a pH 1,5 con ácido clorhídrico al 37%.

Las dosis de los productos empleados se calcularon de acuerdo a aquellas concentraciones de fungicidas que inhibieron el desarrollo de *Verticillium* sp. *in vitro* y a las recomendaciones señaladas por los fabricantes.

La acción sistemática de cada producto se evaluó mediante la prueba de difusión en

agar, utilizando tres secciones de pecíolo y de raíz por planta tratada con cada fungicida. Las secciones se colocaron en placas Petri con agar-papa-dextrosa (APD) acidulado al 2%, equidistantes a un trozo de micelio de *Verticillium* sp.

Las placas fueron incubadas por 10 a 15 días a 22°C; y una vez que el micelio cubrió totalmente las secciones no tratadas, en las placas testigos, se evaluó la presencia del fungicida en las secciones de plantas tratadas, midiendo el grado de inhibición en el desarrollo del micelio del hongo.

Para determinar el movimiento acropétalo y la persistencia de cada fungicida, se utilizaron plantas cultivadas en macetas, en las cuales el producto se aplicó al suelo. Las dosis utilizadas (Cuadro 1) se calcularon en base a la relación peso/volumen de suelo, y se aplicaron en 100 cc de agua destilada por maceta.

Con el fin de determinar la translocación basipétala y la persistencia, los productos se aplicaron al follaje de plantas de frutillas en macetas, sumergiendo sus hojas durante 3 segundos en una suspensión de fungicida de 1000 cc con las dosis señaladas en el Cuadro 2. Una vez tratadas, las plantas se dejaron invertidas durante un tiempo prudencial, con el fin de evitar que el producto escurriera hacia el suelo.

En el estudio de translocación se utilizaron 18 plantas por producto, dejándose un número similar de testigos sin tratar. El suelo se fumigó con bromuro de metilo y las plantas se establecieron en él 7 días antes de ser tratadas con los fungicidas en estudio.

La evaluación de la translocación acropétala, basipétala y persistencia del producto en la planta se efectuó periódicamente, tomando muestras de pecíolos y raíces a las 24 horas y a los 3-5-10-15 y 20 días después de aplicado el producto.

La efectividad de control de los fungicidas sistémicos en estudio, aplicados al suelo, se evaluó utilizando plantas de frutilla inoculadas con *Verticillium* sp. Para tal objeto, las plantas se inocularon según la técnica modificada de Bowen *et al.* (1970) sumergiendo las raíces previamente recortadas para provocarles heridas, en una suspensión de micelio y esporas del hongo por un período de 36 horas antes de ser plantadas. Además, se aplicó a cada maceta una suspensión de media rodaja de agar con la colonia del hongo de 15 días de incubación en 100 cc de agua es-

téril. Estas aplicaciones se repitieron cada 15 días hasta el momento de la aparición de los primeros síntomas de verticilosis en las plantas testigos.

Los fungicidas en las dosis señaladas en el Cuadro 3, se aplicaron al suelo al momento de plantar, formulados en 100 cc de agua destilada. Cada producto se aplicó a 8 macetas, dejando un número similar de plantas testigos inoculadas pero sin tratamiento fungicida.

Para comprobar la presencia de *Verticillium* sp. en las plantas que mostraron síntomas de verticilosis, se cultivó tejido de pecíolo en medio selectivo formulado por Easton *et al.* (1969).

## RESULTADOS Y DISCUSION

De los resultados obtenidos se desprende que todos los productos en estudio aplicados al suelo se translocaron acropétalmente en las plantas de frutillas (Cuadro 1).

Respecto a la persistencia de los productos en la planta, todos ellos se detectaron en el pecíolo y en las raíces hasta los 3 días después de efectuada la aplicación. A partir de los 5 días, la persistencia de cada producto, varió y sólo Tecto 60 acidificado y Benlate mantuvieron su actividad fungitóxica después de 20 días de aplicados. Cabe destacar que la persistencia de Tecto 60 en la planta es mayor cuando se aplica en forma acidificada; no así Benlate, que en esta forma tiene una menor persistencia (Cuadro 1).

La persistencia del resto de los productos es mayor en las raíces que en el pecíolo. Así, Cercobin M se detectó en las raíces hasta los 20 días después de su aplicación, y sólo hasta los 3 días en el pecíolo. El comportamiento del DAM 18654, Derosal y CELA W 524 fue semejante, ya que se detectaron hasta los 15 días en las raíces y un tiempo menor en los pecíolos (Cuadro 1).

Por otra parte, sólo el Benlate acidificado, Tecto 60, Tecto 60 acidificado y Cercobin M se translocaron basipétalmente al ser aplicados al follaje. Benlate mostró actividad fungitóxica en las raíces de las plantas hasta los 10 días después de su aplicación y el resto de los productos hasta los 15 días (Cuadro 2).

Cabe señalar que Benlate no se translocó en forma basipétala cuando se le aplicó sin alterar su pH y sólo lo hizo en su forma acidificada. En el caso de Tecto 60 se comprobó además, que el movimiento basipétalo es más

**Cuadro 1 — Dosis de productos y presencia de los fungicidas en plantas de frutilla a las 24 horas y a los 3-5-10 y 20 días después de ser aplicados al suelo.**

Producto	Organo	Tiempo después de la aplicación al suelo					
		24 hrs.	3 días	5 días	10 días	15 días	20 días
Benlate 200 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	+
	Pecíolo	+	+	+	+	+	+
Benlate acidificado 200 ppm*	Raíz	+	+	+	-	-	-
	Pecíolo	+	+	+	+	-	-
Tecto 60 200 ppm*	Raíz	+	+	+	+	-	-
	Pecíolo	+	+	+	+	+	+
Tecto 60 acidificado 200 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	+
	Pecíolo	+	+	+	+	+	+
DAM 18654 100 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	-
	Pecíolo	+	+	+	+	-	-
Derosal 600 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	-
	Pecíolo	+	+	+	+	-	-
CELA W 524 400 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	-
	Pecíolo	+	+	-	-	-	-
Cercobin M 400 ppm*	Raíz	+	+	+	+	+	+
	Pecíolo	+	+	-	-	-	-

\*Ingrediente activo

+ Presencia evidente del fungicida

- Ausencia evidente del fungicida

**Cuadro 2 — Dosis de producto y presencia de fungicida en plantas de frutilla a las 24 horas y a los 3-5-10-15 y 20 días después de ser aplicados al follaje.**

Producto	Organo	Tiempo después de la aplicación al follaje					
		24 hrs.	3 días	5 días	10 días	15 días	20 días
Benlate 200 ppm*	Raíz	-	-	-	-	-	-
	Pecíolo	-	-	-	-	-	-
Benlate acidificado 200 ppm*	Raíz	-	-	+	+	-	-
	Pecíolo	-	+	+	+	-	-
Tecto 60 200 ppm*	Raíz	-	-	-	+	+	-
	Pecíolo	-	+	+	+	-	-
Tecto 60 acidificado 200 ppm*	Raíz	-	+	+	+	+	-
	Pecíolo	+	+	+	+	-	-
DAM 18654 100 ppm*	Raíz	-	-	-	-	-	-
	Pecíolo	-	+	-	-	-	-
Derosal 600 ppm*	Raíz	-	-	-	-	-	-
	Pecíolo	-	+	+	-	-	-
CELA W 524 400 ppm*	Raíz	-	-	-	-	-	-
	Pecíolo	-	+	-	-	-	-
Cercobin M 400 ppm*	Raíz	-	-	-	+	+	-
	Pecíolo	-	+	+	-	-	-

\*Ingrediente activo

+ Presencia evidente del fungicida

- Ausencia evidente del fungicida

**Cuadro 3 — Estado de las plantas de frutilla, 60 a 80 días después de ser plantadas, inoculadas con *Verticillium* sp. y tratadas con fungicidas al suelo.**

Producto	Total plantas		Síntomas Fitotoxicidad		Síntomas Verticilosis	
	tratadas	Nº plantas	%	Nº plantas	%	
Benlate 200 ppm	8	4	50	0	0	
Benlate acidificado 200 ppm	8	8	100	0	0	
Tecto 60 200 ppm	8	8	100	0	0	
Tecto 60 acidificado 200 ppm	8	8	100	0	0	
DAM 18654 100 ppm	8	5	62,5	0	0	
Derosal 600 ppm	8	4	50	0	0	
CELA W 524 400 ppm	8	8	100	0	0	
Cercobin M 400 ppm	8	7	87,5	0	0	
Testigo	8	0	0	8	100	

rápido cuando se aplica este producto acidificado, que cuando no se le modifica el pH detectándose actividad fungitóxica en las raíces al cabo de los 3 días en el primer caso, y sólo a los 10 días en el segundo, luego de ser aplicados al follaje.

Aparentemente el resto de los productos en estudios, cuando se aplicaron al follaje, no se translocaron hacia las raíces. Sólo fueron detectados en el peciolo y en el mejor de los casos, hasta los 5 días después de su aplicación (Cuadro 2).

Con la excepción de Benlate (Nicholson *et al.* 1972), ésta es la primera información de movimiento acropétalo y/o basipétalo de fungicidas sistémicos en plantas de frutilla.

En el ensayo realizado bajo condiciones de invernadero para evaluar la efectividad de control de los fungicidas, quedó demostrado que las dosis aplicadas al suelo son fitotóxicas para las plantas de frutilla.

Las plantas testigos sin tratar mostraron síntomas de verticilosis entre 60 y 80 días después de inoculadas. Estos síntomas fueron confirmados al reaislar el hongo *Verticillium* sp. en medio selectivo. Dentro de ese lapso sólo algunas plantas tratadas con Benlate, Derosal y DAM 18654 no mostraron síntomas de fitotoxicidad, como tampoco de verticilo-

sis. Esto estaría aparentemente demostrando que los productos ejercen un control adecuado del hongo durante el tiempo señalado (Cuadro 3).

Sin embargo, debido a la fitotoxicidad de las dosis empleadas, los resultados de este ensayo no permiten obtener conclusiones definitivas sobre el control de *Verticillium* sp. ejercido por los fungicidas en estudio, haciéndose necesario evaluar la efectividad de dosis más bajas que no sean fitotóxicas.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales del presente trabajo, se puede concluir que todos los fungicidas en estudio, cuando se aplican al suelo se translocan acropétalmente en plantas de frutillas.

Los fungicidas Benlate y Tecto 60 acidificado mostraron ser los de mayor persistencia en la planta, ya que fueron detectados biológicamente, tanto en los peciolos como en las raíces, hasta 20 días después de su aplicación. Sin embargo, la actividad sistémica acropétala del Benlate acidificado fue menor que la del producto no acidificado.

Cercobin M, DAM 18654, Derosal y CELA W 524 al ser aplicados al suelo, persistieron

por un tiempo mayor en las raíces que en los pecíolos de las plantas de frutilla.

De los productos estudiados, sólo Benlate acidificado, Tecto 60, Tecto 60 acidificado y Cercobin M se translocaron basipétalmente cuando fueron aplicados al follaje de plantas de frutilla.

El movimiento basipétalo de Tecto 60 acidificado fue más rápido que el no acidificado, cuando se aplicó al follaje.

En condiciones de invernadero, las dosis de los productos usados en el ensayo de control, inoculando plantas de frutilla con *Verticillium* sp. fueron fitotóxicas. Sin embargo, algunas plantas sobrevivieron a las dosis de los productos Benlate, Derosal y DAM 18654, las que, por otra parte, tampoco evidenciaron síntomas de verticilosis al cabo de 60 a 80 días después de inoculadas; período en

que todas las plantas testigos sin tratar murieron a causa del ataque del hongo. Con estos resultados podría estimarse que los productos señalados aparentemente son capaces de controlar efectivamente la enfermedad.

Con estos estudios de translocación y persistencia se abren nuevas posibilidades en el control de la verticilosis en frutilla mediante el uso de fungicidas sistémicos. Sin embargo, es necesario probar bajo condiciones de campo aquellos productos que mostraron mayor persistencia al ser aplicados al suelo y/o al follaje; especialmente Benlate y Tecto 60 acidificado, en el primer caso, y Benlate acidificado, Tecto 60, Tecto 60 acidificado y Cercobin M, en el segundo, utilizando dosis menores para disminuir los efectos de fitotoxicidad.

## RESUMEN

En plantas de frutilla, de la variedad Tioga, se estudió en invernadero la translocación acropétala, basipétala y la persistencia de los fungicidas sistémicos Benlate (benomyl), Tecto 60 (tiabendazol), Cercobin M (metiltiofanato), CELA W 524 (triforine), Derosal (carbendazol) y DAM 18654 (cypendazol). Los productos Benlate y Tecto 60 fueron, también, usados previa acidificación con ácido clorhídrico. También se determinó el control ejercido por estos productos en plantas inoculadas con el hongo *Verticillium* sp. Nees ex Wallr.

La translocación se evaluó biológicamente mediante la técnica de difusión en agar, utilizando para estos efectos al hongo *Verticillium* sp.

Para determinar la translocación acropétala y la persistencia, los productos se aplicaron al suelo en una sola dosis. La translocación basipétala y la persistencia se determinó sumergiendo el follaje de las plantas en una suspensión del respectivo fungicida. En ambos casos las plantas fueron establecidas en sus macetas 7 días antes del tratamiento.

Todos los productos en estudio mostraron translocación acropétala en plantas de frutilla. Los fungicidas Benlate y Tecto 60 acidificado fueron los que mostraron la mayor persistencia en la planta, al detectárseles tanto en pecíolos como en raíces 20 días después de su aplicación.

En el estudio de la translocación basipétala sólo mostraron movimiento hacia las raíces los productos Benlate acidificado, Tecto 60, Tecto 60 acidificado y Cercobin M, ya que fueron detectados biológicamente en esos órganos de la planta durante un tiempo que varió para cada producto.

El movimiento basipétalo de Tecto 60 acidificado fue más rápido que el del producto aplicado al follaje sin alterar su pH.

En el ensayo de control, las plantas testigos sin tratar mostraron síntomas de verticilosis entre 60 y 80 días después de la inoculación. Durante ese período, las plantas tratadas con los fungicidas en estudio exhibieron síntomas de fitotoxicidad. Sólo algunas plantas sobrevivieron a las dosis de Benlate, Derosal y DAM 18654, las que por otra parte no fueron afectadas por el hongo *Verticillium* sp. en el período señalado.

## SUMMARY

TRANSLOCATION OF SISTEMIC FUNGICIDES IN STRAWBERRY AND  
EFFECT UPON *Verticillium* sp. Nees ex Wallr.

In strawberry plants, variety "Tioga" grown in the greenhouse the acropetal and basipetal translocation, as well as the persistence of the systemic fungicides *Benlate* (benomyl), *Tecto 60* (thiabendazole), *Cercobin M* (methythiophanate), *CELA W 524* (triforine), *Derosal* (carbendazole) and *DAM 18654* (cypendazole) were studied. *Benlate* and *Tecto 60* were also used as treatments being acidified with hydrochloric acid. The effectiveness of control of *Verticillium* sp. Nees ex Wallr. of these products was studied in inoculated plants.

Translocation was biologically evaluated by means of the agar plate diffusion technique, using the fungus *Verticillium* sp.

To determine the acropetal translocation and persistence, the products were applied to the soil in a single dose. Basipetal translocation and persistence was determined by dipping the foliage of the plants in a suspension of the fungicide. In both cases, plants were planted in pots a week before treatment.

All the products studied moved acropetally in strawberry plants. The fungicides *Benlate* and acidified *Tecto 60* had the greatest persistence in the plants, as they were detected both in petioles and roots 20 days after their application.

On the other hand, only acidified *Benlate*, *Tecto 60*, acidified *Tecto 60* and *Cercobin* moved basipetally. They were detected biologically in those organs for a time span varying for each products.

The basipetal movement of acidified *Tecto 60* was faster than that of *Tecto 60* applied to the leaves without altering its pH.

In the inoculation and effectiveness of control experiment, nontreated plants showed verticillose symptoms 60 to 80 days after inoculation. During this period, plants treated with the fungicides showed phytotoxic symptoms. Only a few plants survived to the rates of *Benlate*, *Derosal* and *DAM 18654*. But since these few plants were not affected by *Verticillium* sp. it is concluded that these fungicides can control the disease.

## LITERATURA CITADA

- BOWEN, H. H., VARNEY, E. H. and HOUGH, L. F. 1970. Symptom expression of *Fragaria ananassa* as effected by inoculation technique and strains of *Verticillium albo-atrum*. Plant Disease Reporter 54 (8).
- BUCHENAUER, H. and ERWIN, D. C. 1971. Control of *Verticillium* wilt disease of cotton by spraying foliage with benomyl and thiabendazole solubilized with hydrochloric acid. Phytopathology 61 (4): 433-434.
- EASTON, G. D., NAGLE, M. E. and BAILEY, D. L. 1969. A method of estimating *Verticillium albo-atrum* propagules in field soil and irrigation waste water. Phytopathology 59: 1171-1172.
- LOCKHART, C. L., MC NAB, A. A. and BOLWYN, B. 1969. A systemic fungicide for control of *Verticillium* wilt in strawberries. Canadian Plant Disease Survey 49 (2): 46-48.
- NICHOLSON, J. F., SINCLAIR, J. B., WHITE, J. C. and KIRKPATRICK, B. L. 1972. Upward and lateral translocation of benomyl in strawberry. Phytopathology 62 (10): 1183-1185.
- WAIN, R. L. and CARTER, G. A. 1967. Uptake, translocation and transformation by higher plants. (In Torgeson, D. C. Fungicides. Vol. 1 cap. 14 N. Y. Academic, 697 pp.