

Efecto fungitóxico del ácido fosforoso en naranjo dulce a la infección con zoosporas de *Phytophthora citrophthora*

J. J. TUSET, I. LAPENA, J. M. GARCÍA-MINA

Los sistemas radicales de plantas jóvenes de *Citrus sinensis* cv. "Pineapple" inoculadas con zoosporas de *Phytophthora citrophthora* y tratados con formulados del ácido fosforoso y fosetil-Al han sido protegidos completamente de la infección de este hongo. Esto se ha producido cuando la aplicación de los productos se efectuó antes (horas) de la inoculación de las zoosporas. Por el contrario, cuando el tratamiento fungicida se realizó posteriormente (minutos) a la inoculación del hongo, el resultado fue totalmente negativo. La presencia del ácido fosforoso en los tejidos corticales de las raíces de naranjo dulce antes de la introducción de los tubos germinativos de las zoosporas es necesaria para inhibir el desarrollo del hongo. Estos resultados, teniendo en cuenta que el ácido fosforoso no inhibe la germinación de las zoosporas, están a favor de la intervención de mecanismos de defensa de la planta, tanto morfológicos como químicos, en la actividad del ácido fosforoso. El porcentaje de producto activo y el tipo de formulación, influyen en la cantidad de ácido fosforoso presente en los puntos de infección y, con ello, en la respuesta de los tejidos corticales a la infección fúngica. Ninguna fitotoxicidad fue observada debida al ácido fosforoso.

J. J. TUSET e I. LAPENA. Departamento de Protección Vegetal y Biotecnología. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). 46113 Moncada (Valencia).

J. M. GARCÍA-MINA. Departamento de Investigación y Desarrollo. Inabonos S.A. Pamplona.

Palabras clave: *Citrus sinensis* cv. "Pineapple", fosetil-Al, tratamiento radical, inoculación radical, podredumbre y necrosis radical.

INTRODUCCIÓN

Los hongos del género *Phytophthora* son patógenos activos en diversos cultivos leñosos, pudiendo causar el marchitamiento y la muerte en los estados de plántula, planta joven y planta adulta. (TUSET *et al.*, 1984; RIBEIRO y LINDERMAN, 1991). Habitantes comunes de los suelos donde se cultivan los cítricos, desarrollan en ellos estados morbosos de diferente entidad (podredumbres radi-

cales, exudados gomosos, chancros corticales, etc.) que deben ser siempre considerados y protegidos (TUSET *et al.*, 1984).

El control de *Phytophthora* spp. en estos cultivos es siempre complicado. Estos hongos necesitan tejido vegetal vivo como sustrato, por ello son parasitados el sistema radical, las partes basales de los tallos y los frutos (TUSET *et al.*, 1984). Además la humedad, especialmente el agua libre, es necesaria para la formación de los esporangios y la

liberación de las zoosporas (MOKHTAR y BUTLER, 1968). Éstas últimas constituyen el principal órgano de infección de estos hongos (HICKMAN, 1970). Estos factores condicionan el proceso de la infección y, por lo tanto, influyen claramente en las posibilidades del control.

El desarrollo de fungicidas sistémicos activos contra los hongos oomicetos con propiedades curativas y protectoras, ha sido un importante avance en el control de *Phytophthora* spp. (COHEN y COFFEY, 1986). El fosetil-Al es uno de estos compuestos que se utilizó en naranjo por primera vez en Francia en al año 1976 (FROSSARD *et al.*, 1977) y, a partir de entonces, es de los fungicidas más utilizados en cítricos para combatir las enfermedades causantes de la "podredumbre del cuello" y la "gomosis" (TUSET, 1987; CHATENET *et al.*, 1988). El metabolito activo de este compuesto es el ácido fosforoso (H_3PO_3), que se dispone en los lugares o puntos de infección alcanzando concentraciones suficientes para inhibir el crecimiento miceliar de *Phytophthora* sp. en los tejidos vegetales (FENN y COFFEY, 1985). La presencia de H_3PO_3 suscita la intervención de mecanismos de defensa de la planta mediante la producción de fitoalexinas en la zona de la infección fúngica que serían las posibles responsables de la inhibición miceliar (SAIN-DRENAN y BOMPEIX, 1986). No obstante, el mecanismo empleado por el fosetil-Al o el ácido fosforoso para inducir la acumulación de fitoalexinas en los tejidos infectados no está todavía esclarecido.

"*In vivo*", las zoosporas como inóculo han intervenido en algunos ensayos, especialmente para conocer la respuesta, tanto morfológica como fisiológica, a la infección de los tejidos radicales previamente tratados con fosetil-Al o H_3PO_3 (GUEST, 1986; VAN DER Merwe *et al.*, 1992), pero, en general, es el micelio el que ha prevalecido en los trabajos de control con ambos compuestos, especialmente en los cítricos (FARIH *et al.*, 1981; TUSET *et al.*, 1984), notándose claramente una insuficiencia de conocimientos en la relación agente patógeno-fungicida, tenien-

do como sustrato tejido vivo de planta cítrica y como órgano de infección la zoospora.

En el trabajo que presentamos, se ha estudiado la actividad fungitóxicas desarrollada *in vivo* por el ácido fosforoso (H_3PO_3) sobre *P. citrophthora* (Smith & Smith) Leonian, teniendo como hospedante plantas jóvenes de naranjo dulce y las zoosporas como único órgano de infección de este hongo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Plantas

Se han empleado plantas jóvenes de 7 meses de edad de naranjo dulce (*Citrus sinensis* Osbeck) cv. "Pineapple" cultivadas en el invernadero y crecidas en un sustrato de vivero compuesto de una mezcla de turba (70%) y arena de sílice (30%) y esterilizado con vapor de agua recalentado.

Hongo

En las experiencias se ha utilizado un aislado activo como patógeno de *P. citrophthora* procedente de un huerto de naranjos cv. "Washington Navel" afectado por "podredumbre del cuello" situado en Moncada (Valencia). El hongo se conservó en PDA (Patata-dextrosa-agar) en la micoteca del laboratorio de Micología del IVIA.

Inóculo empleado

El inóculo del hongo para la experimentación estuvo siempre formado por zoosporas. Éstas se obtuvieron a partir de micelio crecido durante 6-7 días en un medio agar + vegetales, compuesto por extracto de diversos vegetales 200 gr, $CaCO_3$ 3 gr, agar 17 gr y agua destilada hasta completar 1000 cc. Posteriormente, este micelio se sumergió en extracto de suelo al 1% durante 4-5 días a 24 °C para fomentar la producción de los

esporangios, seguido de un shock térmico durante 45 minutos a 8-10 °C que favorece la rotura de las paredes de los esporangios y finalmente, se mantuvo durante 1-2 h a temperatura ambiente para la liberación de las zoosporas. Ésta fueron valoradas mediante un hemacitómetro "Thoma".

Fungicidas

Se han experimentado tres formulados del ácido fosforoso suministrados por la firma Inabonos S.A., uno (llamado P1) con una concentración del 35% y formulado como líquido emulsionable (l.e.) y dos (llamados P2 y P3) con una concentración del 45% y formulados como l.e. (P2) y como polvo mojable (p.m.) (P3) respectivamente. También en la experimentación se ha incorporado como testigo superior el fosetil-Al (tris-O-etil fosfonato de aluminio) a la concentración del 80% y formulado como p.m.

Los formulados del ácido fosforoso (P1, P2 y P3) fueron empleados a la dosis de 0.3% y 0.4% de producto comercial (p.c.) y el fosetil-Al al 0.3% de p.c.

Fungitoxicidad *in vivo*

La evaluación de la actividad *in vivo* de estos productos fue estudiada mediante dos tipos de experiencias:

A) Tratamiento fungicida seguido de la inoculación del hongo

Los sistemas radicales de las plantas jóvenes de naranjo dulce se sumergieron durante 5 minutos en los diferentes tratamientos fungicidas. Cumplido este tiempo y una vez bien escurridos los sistemas radicales, éstos se envolvieron con papel de filtro humedecido para evitar la desecación de las raíces 4 h y, posteriormente, se inocularon con zoosporas recién liberadas del aislado del hongo, manteniéndolos 72 h en la suspensión en extracto de suelo conteniendo 4.10^5 zoosporas/ml. Una vez inoculadas las

plantas jóvenes, se plantaron en macetas y se mantuvieron en el invernadero.

B) Inoculación del hongo seguido del tratamiento fungicida

Los sistemas radicales de las plantas jóvenes de naranjo dulce se inocularon sumergiéndolos 72 h en la suspensión de zoosporas (4.10^5 zoosporas/ml) del hongo. Pasado este tiempo, los sistemas radicales se escurrieron 15-20 minutos e inmediatamente se introdujeron en las diferentes suspensiones de ácido fosforoso y fosetil-Al durante 5 minutos. Una vez eliminado el exceso de fungicida mediante un buen escurrido, las plantas así tratadas se plantaron en macetas y se situaron en el invernadero.

En ambas experiencias se emplearon como testigos: a) plantas jóvenes de naranjo dulce inoculadas y sin recibir ningún tratamiento fungicida, b) plantas jóvenes de naranjo dulce no inoculadas con el hongo y tratadas con los fungicidas.

A los 21 días de la inoculación con zoosporas, las plantas de naranjo dulce fueron examinadas detenidamente, tanto la parte aérea (contabilizando los amarillos, defoliación, secado de hojas, marchitamientos y muerte de la planta) como el sistema radical, valorando en este caso la afección (necrosis) de las raíces, de acuerdo con la siguiente graduación: 0, ninguna raíz necrosada; 1, hasta el 25% de raíces necrosadas; 2, entre el 25 y el 50% de raíces necrosadas; 3, hasta el 75% de necrosamiento radical; 4, entre el 75 y el 100% de raíces necrosadas.

RESULTADOS

Tratamiento fungicida seguido de la inoculación del hongo

Cuando la aplicación de los fungicidas fue anterior a la inoculación con zoosporas del hongo, el fosetil-Al fue totalmente efectivo, no produciéndose ningún tipo de afección en las plantas de naranjo dulce. Cuando las plantas jóvenes se trataron con ácido

Cuadro 1. Afección y mortalidad de plantas jóvenes de *C. sinensis* cv. "Pineapple" a los 21 días de ser tratadas con los formulados del ácido fosforoso e inoculadas posteriormente con zoosporas de *P. citrophthora* ^Z

Tratamiento y dosis (p.c.) ^Y	% plantas afectadas	% plantas muertas	Afección del sistema radical ^x
Testigo (no tratado)	100	100	4
Fosetil-Al al 0.3%	0	0	0-1 (0.4)
Formulado P1 al 0.3%	66.67	0	2-4 (3.1)
" P1 al 0.4%	57.14	0	1-4 (2.6)
Formulado P2 al 0.3%	0	0	0-1 (0.7)
" P2 al 0.4%	0	0	0-1 (0.6)
Formulado P3 al 0.3%	83.33	0	1-4 (2.8)
" P3 al 0.4%	85.71	0	2-4 (2.6)

^Z Inoculación con zoosporas 4 h después del tratamiento fungicida. Tiempo de inoculación: 72 h. Densidad de inóculo: 4.10^5 zoosporas/ml

^Y Tratamiento por inmersión del sistema radical durante 5 minutos en la suspensión del fungicida

^x Grado de afección: 0: ninguna raíz necrosada; 1: $\leq 25\%$ de raíces necrosadas; 2: 25-50% de raíces necrosadas; 3: $\leq 75\%$ de raíces necrosadas; 4: 75-100% de raíces necrosadas. N° entre paréntesis: media de afección.

fosforoso al 35% (l.e.) a la dosis 0.3%, se produjo un 67% de plantas afectadas, mientras que cuando la dosis fue al 0.4%, el porcentaje de afección disminuyó al 57%, no produciéndose mortalidad en ninguno de los dos casos (Cuadro 1). Las plantas afectadas presentaron un enrollado de sus hojas y amarilleo. Con el ácido fosforoso al 45% (l.e.), todas las plantas jóvenes aparecieron sanas, aunque las tratadas a la dosis 0.4%, tuvieron un menor crecimiento que las testigo. No obstante, en el tratamiento con el ácido fosforoso al 45% (p.m.) se produjo un 83% de plantas afectadas a la dosis 0.3% y un 85% a la dosis 0.4%, mostrándose en ambos casos, todas las plantas amarillentas, pero no contabilizándose ninguna muerta (Fig. 1a).

Los sistemas radicales de las plantas tratadas con fosetil-Al mostraron sólo pequeños indicios de necrosis. Las plantas tratadas con ácido fosforoso al 35% (l.e.) a la dosis de 0.3% y consideradas como sanas, tenían indicios de podredumbre en sus raíces y su sistema radical resultó ser más pobre que el de las plantas testigo. Las plantas con síntomas de afección presentaban un necrosado de raíces de grado 4, apareciendo todas completamente podridas. A la dosis 0.4%, las

plantas sanas tuvieron una necrosis de raíces de grado 2, con un sistema radical también mermado, mientras que las afectadas poseían un sistema radical totalmente podrido de grado 4. Las plantas tratadas con ácido fosforoso 45% (l.e.) a la dosis 0.3%, poseían unos sistemas radicales pobres con pequeñas raicillas podridas. A la dosis 0.4%, las plantas jóvenes presentaron diversos grados de necrosis de raíces, entre 1 y 3. Las plantas consideradas sanas y tratadas con ácido fosforoso 45% (p.m.), tuvieron en las dos dosis de aplicación, únicamente indicios de necrosis en sus sistemas radicales. En las afectadas, los grados de necrosis de las raíces oscilaron entre 1 y 4 (Cuadro 1).

Inoculación con el hongo y posterior tratamiento fungicida

En los siete tratamientos con ácido fosforoso, la infección con zoosporas causó un 100% de plantas enfermas cuando los fungicidas fueron aplicados después de la inoculación (Cuadro 2). En todos los casos se obtuvo una mortalidad del 100%, excepto en el tratamiento realizado con fosetil-Al (89%

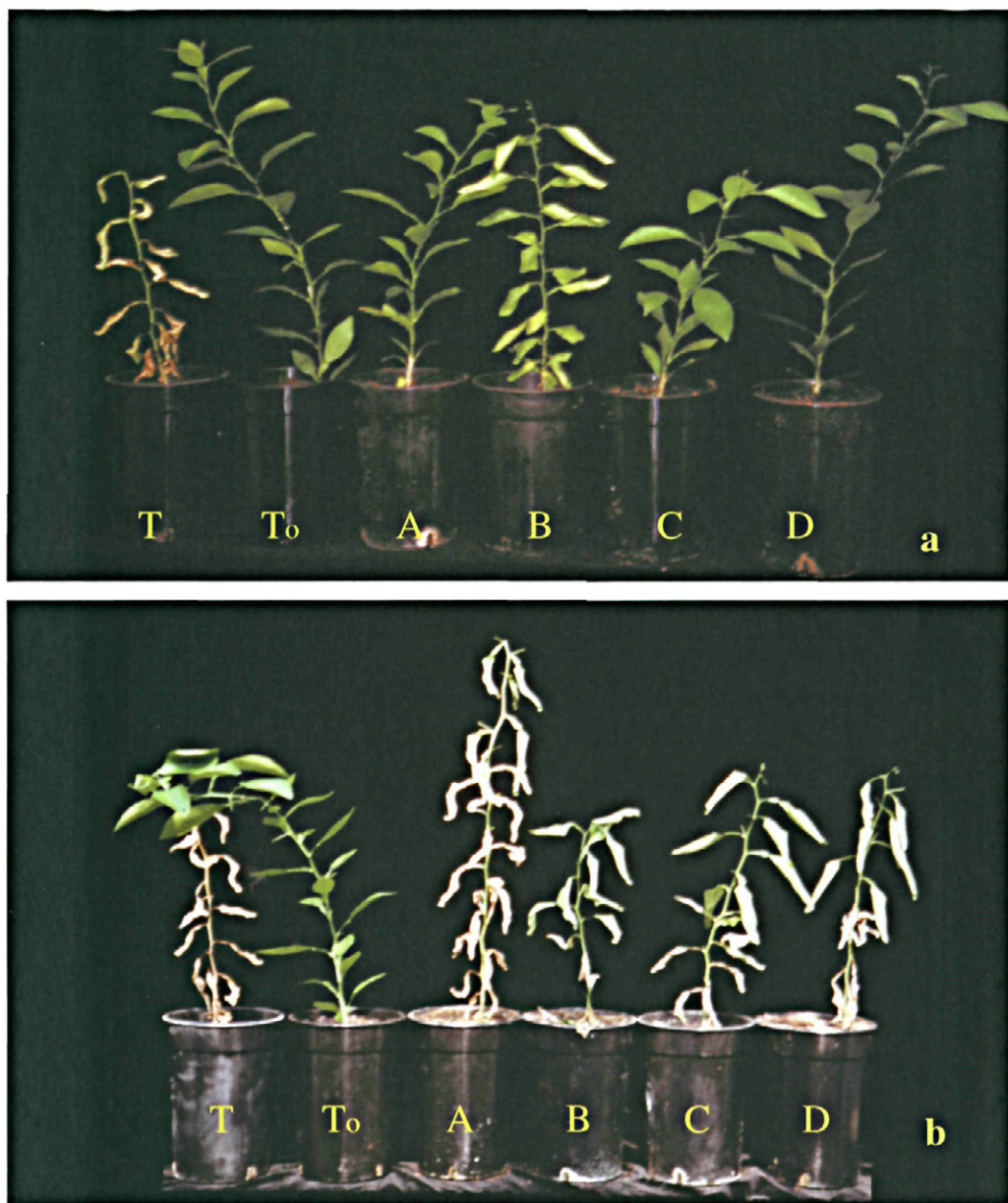


Figura 1. Efecto de formulados del ácido fosforoso sobre *P. citrophthora* en plantas jóvenes de *C. sinensis* cv. "Pineapple".

- a) Tratamiento fungicida seguido de la inoculación con zoosporas.
- b) Inoculación con zoosporas y posterior tratamiento fungicida.
- T. - Planta inoculada y no tratada con fungicida.
- T₀ - Planta no inoculada y tratada con fungicida.
- A. - Planta inoculada y tratada con Fosetil-A1 al 0.3%.
- B. - Planta inoculada y tratada con ácido fosforoso 35% l.e. al 0.4%.
- C. - Planta inoculada y tratada con ácido fosforoso 45% l.e. al 0.4%.
- D. - Planta inoculada y tratada con ácido fosforoso 45% p.m. al 0.4%

Cuadro 2. Afección y mortalidad de plantas jóvenes de *C. sinensis* cv. "Pineapple" a los 21 días de ser inoculadas con zoosporas de *P. citrophthora* y tratadas posteriormente con los formulados del ácido fosforoso ^z

Tratamiento y dosis (p.C.) ^y	% plantas afectadas	% plantas muertas	Afección del sistema radical ^x
Testigo (no tratado)	100	100	4
Fosetil-AI al 0.3%	100	88.9	2-4 (3.8)
Formulado P1 al 0.3%	100	100	4
" P1 al 0.4%	100	77.8	2-4 (3.6)
Formulado P2 al 0.3%	100	87.5	2-4 (3.8)
" P2 al 0.4%	100	100	4
Formulado P3 al 0.3%	100	100	4
" P3 al 0.4%	100	100	3-4 (3.9)

^z Inoculación durante 72 h. Densidad de inóculo: 4.10⁵ zoosporas/ml

^y Tratamiento fungicida inmediatamente después de la inoculación, sumergiendo el sistema radical durante 5 minutos en la suspensión del fungicida

^x Grado de afección: 0: ninguna raíz necrosada; 1: ≤ 25% de raíces necrosadas; 2: 25-50% de raíces necrosadas; 3: ≤ 75% de raíces necrosadas; 4: 75-100% de raíces necrosadas. N° entre paréntesis: media de afección.

de plantas muertas), con ácido fosforoso 35% (l.e.) a la dosis 0.4% (78%) y con ácido fosforoso 45% (l.e.) a la dosis 0.3% (87% de mortalidad), si bien en todos los tratamientos y para todos lo fungicidas no existieron diferencias significativas. Todas las plantas enfermas aparecieron amarillentas y con las hojas enrolladas. Las plantas muertas totalmente secas (Fig. 1b).

Los sistemas radicales de las plantas jóvenes de naranjo dulce afectadas y tratadas con fosetil-AI, presentaron una necrosis de las raíces de grado 2 y todos ellos bastante mermados. Las plantas muertas tenían todas unas raíces con necrosis de grado 4 y totalmente podridas. Las plantas tratadas con los tres formulados del ácido fosforoso y que se mostraron afectadas, sus sistemas radicales eran muy reducidos y tenían la mayoría de raíces podridas. Una necrosis de las raíces de grados variables entre 2 y 3 fue contabilizada. Las plantas muertas tenían todas grado 4 de necrosis de raíces, y totalmente podridos sus sistemas radicales (Cuadro 2).

En ambas experiencias, las plantas testigo que no fueron inoculadas con zoosporas de *P. citrophthora*, pero sí tratadas con cada

uno de los formulados del ácido fosforoso a la dosis más elevada, no mostraron síntomas de fitotoxicidad. Por el contrario, las inoculadas con zoosporas de este hongo y no expuestas a tratamiento con los formulados del ácido fosforoso, a los 6-8 días manifestaron los síntomas de la enfermedad y todas murieron (grado 4 de necrosis de las raíces).

DISCUSIÓN

El tratamiento con los formulados del ácido fosforoso a las raíces de *C. sinensis* cv. "Pineapple" ha conseguido detener el desarrollo de *P. citrophthora* después de la inoculación. Este compuesto se ha mostrado efectivo en los tejidos corticales de las raíces del naranjo dulce, impidiendo la infección de las zoosporas. Esto concuerda con lo indicado por DAVIS (1981), TUSET *et al.* (1984), COFFEY *et al.* (1984) y BOWER y COFFEY (1985). Esta acción fungitóxica positiva, únicamente se ha producido cuando la aplicación de los formulados del ácido fosforoso se realizó anteriormente (un intervalo de pocas horas) a la inoculación con las

zoosporas. Posiblemente, la necesidad de alcanzar en el tejido cortical de las raíces un nivel de H_3PO_3 suficiente para inhibir el crecimiento micelial sea la explicación. VAN DER MERWE *et al.* (1992) indican que el H_3PO_3 no impide la germinación de las zoosporas encistadas en las raíces de aguacate tratadas con este compuesto y GUEST (1986) comprueba cambios microscópicos en los tejidos corticales radicales de tabaco tratados también con este compuesto, como una respuesta a la infección de las zoosporas. Ambos estudios resaltan la escasa o nula incidencia directa del H_3PO_3 sobre las zoosporas y los cambios microscópicos en el tejido cortical radical que impedirían el proceso de la infección y la posterior colonización de *Phytophthora* spp. De hecho, en nuestra experimentación, los tratamientos con los formulados de H_3PO_3 posteriores (con un intervalo de minutos) a la inoculación con las zoosporas, resultaron ser totalmente inefectivos y los sistemas radicales de las plantas jóvenes de naranjo dulce aparecieron con una severa deteriorización, con podredumbre y necrosis muy avanzadas, lo que apoya lo observado por estos autores e implica que, una vez germinadas las zoosporas e instaurados los tubos germinativos en el tejido cortical sin la presencia o con un nivel muy bajo de H_3PO_3 , no se consigue la

detención del crecimiento micelial y, con ello, la colonización de las raíces no puede ser impedida.

Es importante la cantidad de ácido fosforoso que contenga el producto así como el tipo de formulación. El fosetil-Al con un 80% de producto activo y el formulado que contenía el 45% de ácido fosforoso han demostrado ser los más activos en impedir la infección de *P. citrophthora*. En cuanto a la formulación, si bien no resultan totalmente determinantes las formulaciones como polvo mojable o líquido emulsionable, en nuestra experimentación únicamente el producto presentado como líquido emulsionable compitió en eficacia con el testigo superior (fosetil-Al).

Las plantas jóvenes de naranjo dulce cv. "Pineapple" inoculados sus sistemas radicales con zoosporas recién liberadas de *P. citrophthora*, una vez situadas en el invernadero (HR entre 65-85%) y regadas semanalmente a la capacidad de campo, necesitaron que las raíces presentaran un grado de necrosado 2-3, o sea, entre el 25-75% de pudrición, para visualizar externamente los síntomas de la enfermedad y un grado 4, o sea, entre 75-100% de podrido, para aparecer muertas. Ninguna fitotoxicidad fue detectada en las plantas jóvenes no inoculadas con zoosporas y tratadas con la dosis más elevada de ácido fosforoso.

ABSTRACT

TUSET, J. J., I. LAPEÑA, J. M. GARCÍA-MINA. 2003. Fungitoxic effect of phosphorous acid in sweet orange on the zoospore infection of *Phytophthora citrophthora*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 29: 413-420.

The roots of the *Citrus sinensis* cv. "Pineapple" seedlings inoculated with zoospores of *Phytophthora citrophthora* and treated with phosphorous acid and fosetyl-Al have been perfectly protected of the fungus infection. This response was obtained when the chemicals were applied before (hours) of the zoospore inoculation. On the contrary, when the fungicide treatment was realized subsequently (minutes) to the fungus inoculation, the result was totally negative. The presence of the phosphorous acid in the cortex tissues of the sweet orange roots before the introduction of the zoospore germ tubes in these, it is necessary to inhibit the fungus development. These results, taking into account that the phosphorous acid not inhibits the zoospore germination, suggest that the host defence mechanisms, both morphological and chemical, contribute to phosphorous acid activity. The active ingredient percentage and the formulation type influence in the phosphorous acid content at the infection sites and permitting a defensive response of

the adjacent cells (possibly by cytoplasmic changes) to the fungus infection. No phytotoxicity was observed as consequence of phosphorous acid treatment.

Key words: *Citrus sinensis* cv. "Pineapple", fosetyl-Al, root treatment, root inoculation, root rot and necrosis.

REFERENCIAS

- BOWER, L.A. y COFFEY, M.D. 1985. Development of laboratory tolerance to phosphorous acid, fosetyl-Al and metalaxyl in *Phytophthora capsici*. *Can. J. Plant. Pathol.* 7: 1-6.
- CHATENET, B.R., MERCER, R y PAVIOT, J. 1988. Summary of six years trials with fosetyl-Al for the control of *Phytophthora* diseases of citrus. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 761-766.
- COFFEY, M.D., KLURE, L.J. y BOWER, L.A. 1984. Variability in sensitive to metalaxyl of isolates of *Phytophthora cinnamomi* and *P. citricola*. *Phytopathology* 74: 417-422.
- COHEN, Y. y COFFEY, M.D. 1986. Systemic fungicides and the control of Oomycetes. *Annual Review of Phytopathology*, 24: 311-338.
- DAVIS, R.M. 1981. *Phytophthora* foot rot control with the systemic fungicides metalaxyl and fosetyl-Al. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1: 349-351.
- FARIH, A., MENGE, J.A., TSAO, P.H. y OHR, H.D. 1981. Metalaxyl and fosetyl aluminium for control of *Phytophthora* gummosis and root rot on citrus. *Plant Dis.* 65: 654-657.
- FENN, M.E. y COFFEY, M.D. 1985. Further evidence for the direct mode of action of fosetyl-Al and phosphorous acid. *Phytopathology*, 75: 1064-1068.
- FROSSARD, P., HAURY, A. y LAVILLE, E. 1977. Résultats préliminaires concernant l'activité de l'éthyl phosphite d'aluminium (LS 74783) sur les maladies à *Phytophthora* des agrumes, de l'avocatier et de l'ananas. *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 26: 55-62.
- GUEST, D.I. 1986. Evidence from light microscopy of living tissues that fosetyl-Al modifies the defense response in tobacco seedlings following inoculation by *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. *Physiological and Molecular Pathology*, 29: 251-261.
- HICKMAN, C.J. 1970. Biology of *Phytophthora* zoospores. *Phytopathology* 60: 1128-1133.
- MOKHTAR, M.S. y BUTLER, E.E. 1968. Comparative morphological and physiological studies of the progenies from intraspecific mating of *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 58: 183-192.
- RIBEIRO, O.K. y LINDERMAN, R.G. 1991. Chemical and biological control of *Phytophthora* species in woody plants. En "*Phytophthora*", Edit. J.A. Lucas, R.C. Shattack, D.S. Shaw y L.R. Cooke. Cambridge University Press, Cambridge, pp.399-410.
- SAINDERMAN, P. y BOMPEIX, G. 1986. Rôle des phytoalexines dans la réponse de *Vigna unguiculata* traité par le phoséthyl-Al a l'infection par *Phytophthora cryptogea*. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 303, Serie III, n° 10, pp 411-414.
- VAN DER MERWE, M. DE V., KOTZÉ, J.M. Y HALL, A.N. 1992. Effect of phosphite in avocado roots on the zoospores of *Phytophthora cinnamomi*. *Yearbook South African Avocado Growers' Association*, 15: 24-26.
- TUSET, J.J. 1987. Contribución del fosetil-Al a la lucha contra las *Phytophthora* de los agrios. *Proc. Simp. Aliette Rhône-Poulenc Agrochimie*, Paris, pp: 18-24.
- TUSET, J.J., HINAREJOS, C y GARCIA, J. 1984. Present status of *Phytophthora* diseases of citrus in Spain. *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 338-343.

(Recepción: 2 agosto 2002)

(Aceptación: 3 septiembre 2002)