

***Sclerotium rolfsii* como componente del complejo patológico causante del mal seco de la yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) en Puerto Rico¹**

*Carlos A. Bejarano-Mendoza², Mildred Zapata³, Angel Bosques⁴,
Edmundo Rivera-Amador⁵ y Lii J. Liu⁶*

J. Agric. Univ. P.R. 82(1-2):85-95 (1998)

RESUMEN

El hongo *Sclerotium rolfsii*, aislado de plantas de yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) sembradas en cámaras de propagación en los invernaderos de la USDA-ARS-TARS en Mayagüez, se utilizó para inocular artificialmente plantas de yautía cv. Amarilla del País, desarrolladas por cultivo de tejidos. Las plantas inoculadas desarrollaron síntomas de clorosis foliar, reducción de tamaño y pudrición severa de raíces, bajo condiciones de invernadero. Los síntomas desarrollados concuerdan con los asociados al mal seco de la yautía, observados en plantaciones comerciales en Puerto Rico. Los resultados indican que el hongo *Sclerotium rolfsii* puede ser considerado como un componente más del complejo patológico que induce la enfermedad del mal seco.

ABSTRACT

Sclerotium rolfsii as a component in the pathological complex that causes dry root rot in tanager (*Xanthosoma sagittifolium*) in Puerto Rico

The fungus *Sclerotium rolfsii*, isolated from tanager (*Xanthosoma sagittifolium*) planted in propagation chambers in the greenhouse in the USDA-ARS-TARS facilities at Mayagüez, Puerto Rico was used to artificially inoculate tanager plants cv. Amarilla del País developed from tissue culture. The inoculated plants were smaller and developed chlorosis and severe root rot symptoms under greenhouse conditions. The symptoms were consistent with those associated with dry root rot in tanager seen in commercial fields in Puerto Rico. The results indicate that the fungus *S. rolfsii* is an additional component in the pathological complex that causes dry root rot in tanager.

Key words: phytopathogenic fungi, root rot, sclerotia, mycelium, tanager

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 10 de junio de 1997.

²Estudiante Graduado, Departamento de Protección de Cultivos. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico 00681.

³Investigadora, Departamento de Protección de Cultivos. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico 00681. M_Zapata@RUMAC.UPR.CLU.EDU.

⁴Investigador Auxiliar, Departamento de Horticultura.

⁵Investigador, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Investigación Agrícola. Estación Tropical de Investigación Agrícola. USDA-ARS-TARS. P.O. Box 70, Mayagüez, Puerto Rico 00681-0070.

⁶Investigador Ad Honorem, Departamento de Protección de Cultivos.

INTRODUCCIÓN

La afección conocida como mal seco de la yautía [*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott], se considera el factor que más ha propiciado la baja producción de cormelos frescos en Puerto Rico. Al presente, las importaciones para cubrir el consumo local de yautía sobrepasan el 90% (Ortiz, 1997).

A través de los años se han reportado varios factores como los causantes directos del problema del mal seco. Se han considerado los virus (Posnette, 1945); desórdenes nutricionales, como deficiencias de magnesio (Bull, 1960); y varias especies de *Pythium* en las que se destacan *P. gracile* Schenk, sensu de Bary y *P. irregulare* Buisman (Posnette, 1945). La afección del mal seco se ha definido con nombre propio y para las condiciones de Camerún, Africa, el agente causal es el hongo *Pythium myriotylum* Drechs (Nzietchueng, 1984). Aunque se mencionan otras especies asociadas, como *Rhizoctonia solani* Kühn y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., éstas no se consideran importantes en la etiología de la enfermedad.

En Puerto Rico, *F. solani* ha sido considerado como el agente causal del mal seco (Plaza, 1994). Esto permite visualizar que la enfermedad ha sido considerada bajo la acción de un sólo microorganismo.

En Centro América, el mal seco de la yautía se considera como un problema complejo producido por los hongos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y *Pythium* sp. y las bacterias *Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp. (Hernández y León, 1992; Mora et al., 1991).

Bajo las condiciones de Puerto Rico, se reafirma este concepto de complejidad patológica en la afección del mal seco de la yautía. En cámaras de propagación de yautía se observaron plantas que presentaban clorosis foliar, escaso número de hojas y pudrición severa de la base de las hojas, a nivel del cormo, con abundante formación de esclerocios. En plantaciones comerciales se han observado plantas de yautía cv. Alela infectadas naturalmente por *Sclerotium rolfsii* (Figura 1).

Este hongo afecta más de 500 especies de plantas cultivadas y silvestres en el trópico y subtropico (Aycock, 1966; Punja, 1985). El hongo ocasiona pudrición del tallo y raíces, originada por la infección que es causada por la germinación de los esclerocios del hongo (Aycock, 1966; Punja, 1985).

Los objetivos de esta investigación fueron determinar la patogenicidad del hongo *Sclerotium rolfsii* sobre plantas de yautía provenientes de cultivo de tejidos, a nivel de invernadero, y comparar la sintomatología de las plantas inoculadas con los síntomas de aquellas afectadas por el mal seco bajo condiciones naturales.

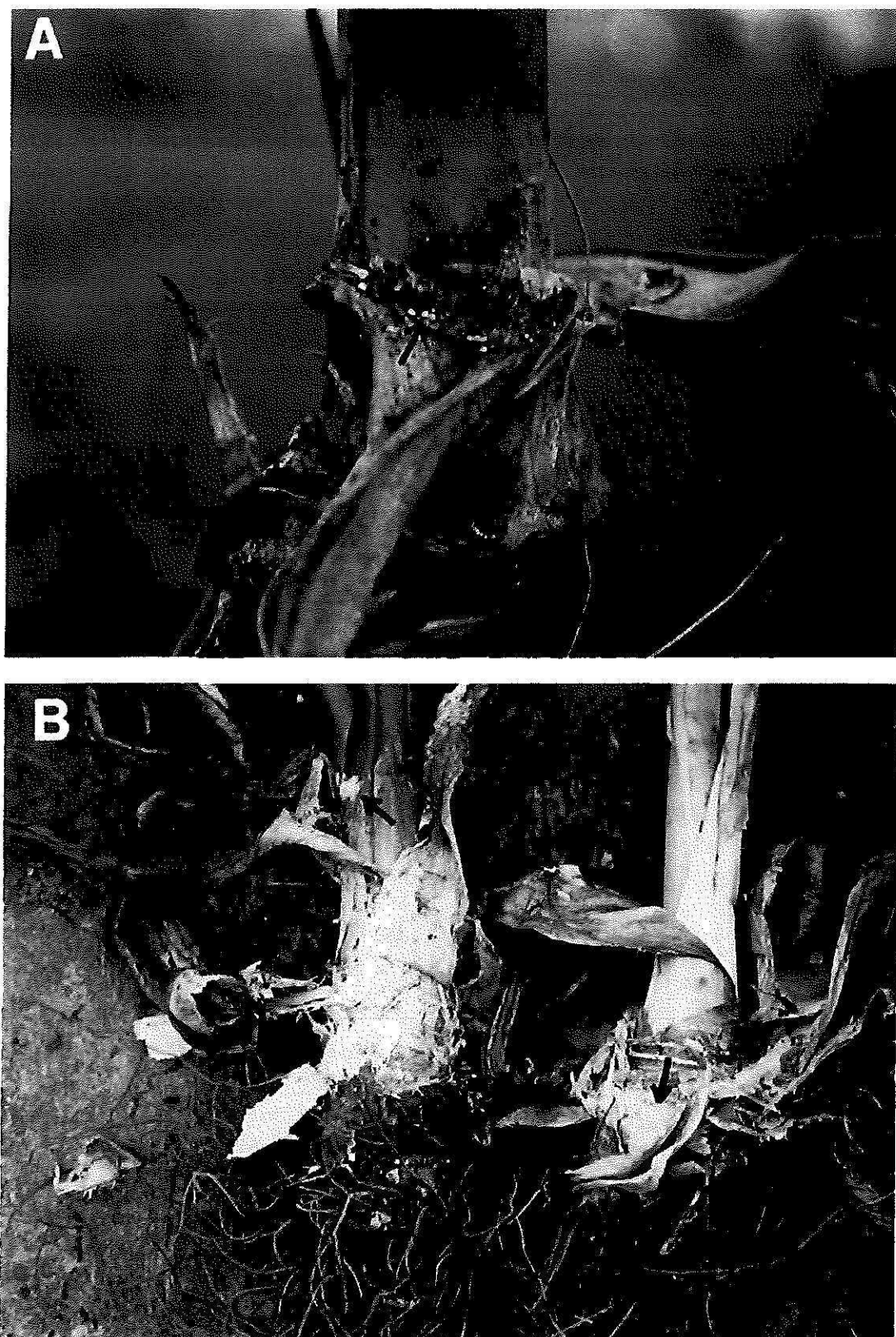


FIGURA 1. Plantas de yautía cv. Alela infectadas naturalmente por *S. rolfsii* en plantaciones comerciales (A) esclerocios, (B) micelio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se realizó en la Universidad de Puerto Rico, Departamento de Protección de Cultivos en Mayagüez, Puerto Rico entre los años de 1994 a 1996. Se utilizaron las facilidades de las Estaciones Experimentales Agrícolas, localizadas en Isabela y Corozal y de los laboratorios e invernaderos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-Servicio de Investigación Agrícola-Estación de Investigación para la Agricultura Tropical (USDA-ARS-TARS), Mayagüez, Puerto Rico.

Origen de los aislamientos

Se utilizó un aislamiento del hongo *Sclerotium rolfsii* obtenido de plantas infectadas. El tejido basal de las plantas infectadas se removió dejando al descubierto los esclerocios, que se recogieron en un plato Petri con una pinza. En el laboratorio los esclerocios se transfirieron a platos con medio nutritivo agar de papa y dextrosa (APD) para su incubación.

Los aislamientos de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Pythium* sp. se obtuvieron de raíces de yautía infectadas procedentes de las estaciones experimentales de Isabela y Corozal, de plantas que presentaban síntomas de escaso desarrollo, clorosis, necrosis foliar y pudrición de raíces. Los cultivos puros se obtuvieron siguiendo el protocolo tradicional para aislar hongos de material enfermo.

Pruebas de Patogenicidad

Se utilizaron plántulas de yautía cv. Amarilla del País, obtenidas por cultivo de tejidos y desarrolladas en el laboratorio de cultivo de tejidos de la USDA-ARS-TARS en Mayagüez, Puerto Rico. Para la producción de estas plántulas se utilizaron explantos de la porción apical de plantas sembradas en invernadero. Estos explantos se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% durante 15 minutos y se lavaron en tres ocasiones con agua bidestilada esterilizada. Luego de remover las capas externas de los explantos bajo un microscopio de disección, se transfirió el meristemo resultante al medio de crecimiento básico de Murashige y Skoog (1962), al cual se añadió 8 g de agar, a un pH ajustado de 5.8. Cuando las plántulas tenían entre 45 y 60 días se transfirieron a medio fresco. Una vez alcanzaron un desarrollo adecuado se pasaron al invernadero y se transfirieron a tiestos (una

plántula por tiesto) que contenían mezcla de suelo comercial "Promix"⁷. Estas plántulas colocadas bajo la sombra, se protegieron con un vaso transparente invertido y se regaron con agua frecuentemente para evitar su deshidratación.

Las plántulas permanecieron en estas condiciones de adaptación por espacio de 10 semanas. Previo al trasplante a la mezcla de suelo, se aplicó fertilizante foliar triple 20 con elementos menores, en una dosis de 12.5 g/3.79 L. Luego se transfirieron a tiestos que contenían una mezcla de suelo, cachaza de caña y "Promix" en una proporción de 2:1:1, respectivamente. Esta técnica es una modificación a la usada anteriormente para la propagación in vitro de yautía, ya que incluye una fase de adaptación previa al trasplante, la cual garantiza plántulas más vigorosas. La inoculación se realizó 20 días después de establecidas las plantas, utilizando 100 ml por tiesto de una suspensión micelial de cada hongo. La suspensión se preparó licuando, en 300 ml de agua destilada esterilizada por 30 segundos, el contenido total del crecimiento micelial de cada hongo en platos Petri (standard 100 × 15mm) con APD, incubados por 4 a 5 días a 28°C.

Para aumentar la presión de inóculo, dos meses después se realizó una segunda inoculación, que consistió en colocar cuatro pedazos de crecimiento micelial de 1 cm² cada uno, en la base de la planta, donde se observa la emisión de raíces adventicias. Después de esta inoculación, las plantas permanecieron por un mes en el invernadero donde se registró una humedad relativa promedio de 68.7% y una temperatura promedio de 29.3°C. Se aplicó riego con agua corriente a razón de 100 ml por tiesto cada dos días.

El diseño estadístico utilizado fue un arreglo completamente aleatorizado con cinco repeticiones por tratamiento, utilizando una planta por tiesto.

Los tratamientos consistieron en inocular plántulas con los hongos *Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Pythium* sp. y plantas no inoculadas. Las variables consideradas fueron: altura de planta, porcentaje de raíces podridas (por conteo individual de raíces sanas y afectadas por planta), diámetro de raíces y número de brotes o retoños. Todos los hongos inoculados fueron reaislados de las raíces y luego conservados en cultivo puro en APD. Posteriormente, se determinó el peso seco de las raíces, el follaje y los cormelos. El peso seco se obtuvo después de secar las muestras en un horno por 48 horas a 60°C.

⁷Las marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico ni endoso sobre otros productos o equipo que no se mencionan.

El término cormelo utilizado aquí, se emplea para definir la formación inicial a partir de la base de las hojas, es decir lo que sería el tallo en una planta adulta.

La cepa de *S. rolfsii* utilizada para las inoculaciones de invernadero está disponible en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección de Cultivos, Finca Alzamora en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

RESULTADOS

Una semana después de la segunda inoculación, las plantas desarrollaron síntomas de clorosis foliar y a los tres meses se observó reducción en el crecimiento de las plantas inoculadas, comparadas con aquellas no inoculadas. En las Figuras 2A y 2B se observan plantas inoculadas en el invernadero con *S. rolfsii* y el efecto de este hongo en las raíces de yautía. El hongo se desarrolló y multiplicó en las plantas inoculadas hasta formar esclerocios, de aproximadamente 1 mm de diámetro. La altura de la planta, el número de brotes, el diámetro de raíces, y el peso seco de follaje fueron significativamente menores entre las plantas inoculadas con *S. rolfsii* y el control ($P < 0.05$) (Cuadros 1 y 2). No hubo diferencias significativas en el peso seco de las raíces y los cormelos entre las plantas inoculadas y las control (Cuadro 2).

El efecto de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Pythium* sp. sobre altura de plantas fue significativo comparado con el control, pero no fue significativo al compararlo con el efecto de *S. rolfsii* (Cuadro 1). Para número de brotes y peso seco de raíces no hubo diferencias significativas en plantas inoculadas con *R. solani*, *F. solani*, *Pythium* sp. y el control (Cuadros 1 y 2).

En peso seco de follaje, el efecto de *R. solani* y *F. solani* fue similar estadísticamente al de *S. rolfsii* (Cuadro 2). En cormelos no hubo diferencias significativas entre *R. solani* y *S. rolfsii* comparadas con el control (Cuadro 2). En las plantas inoculadas se encontró un mayor porcentaje de raíces podridas.

Todos los tratamientos de hongos causaron reducción significativa en el porcentaje de raíces. El porcentaje de raíces podridas causado por *S. rolfsii* y *R. solani* fue significativamente mayor, mientras que el de las plantas inoculadas con *F. solani* y *Pythium* sp. fue significativamente menor (Cuadro 3). Todos los hongos inoculados fueron reaislados de las raíces manifestando síntomas.

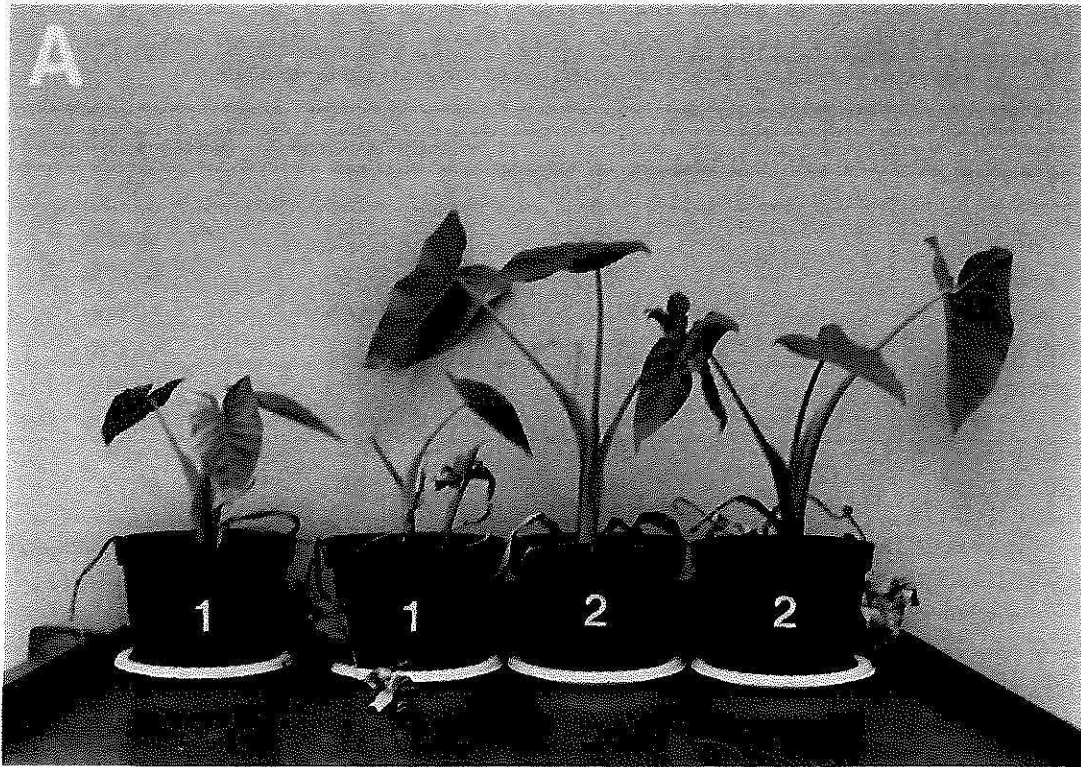


FIGURA 2. Efecto de *Sclerotium rolfsii* sobre el crecimiento (A) y raíces (B) de plantas de yautía, cv. Amarilla del País, inoculadas bajo condiciones de invernadero. (1) plantas inoculadas, (2) control.

CUADRO 1.—Número de brotes, diámetro de raíces y altura de plantas de yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) cv. Amarilla del País inoculadas con *S. rolfsii*, *R. solani*, *F. solani* y *Pythium sp.* bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Número de brotes	Diámetro de raíces (mm)	Altura de plantas (cm)
<i>S. rolfsii</i>	4.2b ¹	1.23c	15.48b
<i>R. solani</i>	4.6ab	1.93b	15.90b
<i>F. solani</i>	6.0a	1.90b	16.10b
<i>Pythium sp.</i>	5.0ab	2.29a	14.64b
Control	5.8a	2.33a	23.90a
D.M.S (P < 0.05)	1.58	0.34	3.61
C.V (%)	23.55	13.50	16.35

¹Valores en las columnas con la misma letra no son significativamente diferentes a P < 0.05. Los valores representan promedios de cinco repeticiones por tratamiento.

CUADRO 2.—Peso seco de raíces, follaje y cormelos de plantas de yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) cv. Amarilla del País, inoculadas con *S. rolfsii*, *R. solani*, *F. solani* y *Pythium sp.* bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Peso seco de raíces	Peso seco de follaje	Peso seco de cormelos
	----- g -----		
<i>S. rolfsii</i>	1.404a ¹	2.800c	15.75b
<i>R. solani</i>	3.106a	2.669c	19.02b
<i>F. solani</i>	2.994a	4.074bc	28.37a
<i>Pythium sp.</i>	2.896a	6.470ab	25.39a
Control	2.438a	7.320a	18.64b
D.M.S (P < 0.05)	2.037	2.735	6.300
C.V (%)	46.55	33.43	19.38

¹Valores en las columnas con la misma letra no son significativamente diferentes a P < 0.05. Los valores representan promedios de cinco repeticiones por tratamiento.

DISCUSIÓN

La acción patogénica de *S. rolfsii* es ampliamente conocida, no sólo sobre los tallos sino también sobre las raíces de muchas especies de plantas (Sepúlveda, 1993; Abada, 1994; Osai and Ikotun, 1994). Cook (1937) reportó a *S. rolfsii* como el posible agente causal de la enfermedad del mal seco de la yautía en Puerto Rico, sin embargo, el estudio no fue sustentado por resultados sobre pruebas de patogenicidad.

En cultivos comerciales de yautía en Nigeria, se observó alta incidencia del hongo *S. rolfsii*. Aunque el hongo no se asoció con

CUADRO 3.—Porcentaje de raíces podridas en plantas de yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) cv. Amarilla del País, inoculadas con *S. rolfsii*, *R. solani*, *F. solani* y *Pythium* sp. bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Porcentaje de raíces podridas
<i>S. rolfsii</i>	53.52a ¹
<i>R. solani</i>	50.06a
<i>F. solani</i>	33.60b
<i>Pythium</i> sp.	31.82b
Plantas no inoculadas	23.75c
D.M.S (P < 0.050)	7.49
c.v (%)	18.07

¹Valores en las columnas con la misma letra no son significativamente diferentes a P < 0.050. Los valores representan promedios de cinco repeticiones por tratamiento.

putridiciones severas del cultivo, se consideró importante a nivel de post-cosecha (Igbokwe et al., 1984). Esta situación es muy parecida a la de Puerto Rico en cuanto a la alta incidencia de *S. rolfsii*, especialmente en las siembras comerciales de yautía de la Estación Experimental Agrícola de Isabela. En dicha localidad es notoria la presencia de plantas mostrando micelio y esclerocios del hongo en la base de la planta. Sin embargo, nunca se le ha asociado con la enfermedad del mal seco, aunque en dichos predios se han observado zonas con plantas que presentan escaso desarrollo, clorosis foliar, pudrición severa de raíces y escasa o nula formación de cormelos. Estos síntomas, son los que se describen comúnmente para la enfermedad del mal seco (Goenaga y Hepperly, 1990).

En el invernadero encontramos, en plantas inoculadas con *Sclerotium rolfsii*, síntomas de clorosis foliar en los días iniciales después de la inoculación, posteriormente observamos escaso crecimiento y finalmente pudrición severa de raíces. Estos síntomas concuerdan con los descritos para plantas afectadas naturalmente en el campo, por lo que consideramos que *S. rolfsii* está cumpliendo una función patogénica en la afección conocida como mal seco de la yautía. Función que es compartida no sólo con otros hongos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani*, *Pythium* sp., sino también con algunas bacterias (Bejarano, 1996).

La acción patogénica de *S. rolfsii* bajo condiciones de invernadero no sólo ha sido observada en plantas de la cultivar Amarilla del País, conocida por su capacidad de producción de cormelos y la susceptibilidad a la afección del mal seco, sino también en otras variedades como Palma y Venezolana (Bejarano, 1996), las cuales a pesar de no producir cormelos se caracterizan por su tolerancia a la afección del mal seco en

condiciones de campo (Sotomayor et al., 1989). Por lo tanto, el hongo *Sclerotium rolfsii* Sacc. es también un patógeno primario causante del mal seco en el cultivo de la yautía, y se informa por primera vez en Puerto Rico, afectando adversamente plantas de yautía en invernadero y en condiciones naturales, induciendo síntomas semejantes a los relacionados con la enfermedad conocida como el mal seco de la yautía.

Es conveniente prestarle mayor atención a la incidencia del hongo *Sclerotium rolfsii* en el cultivo de la yautía. Para esto sería recomendable realizar un muestreo del hongo, durante toda la fase del cultivo. De esta manera se podrían determinar las épocas de mayor incidencia del hongo. También se podría constatar el efecto sobre la producción final del cultivo.

LITERATURA CITADA

- Abada, K. A., 1994. Fungi causing damping-off and root rot on sugar beet and their biological control with *Trichoderma harzianum*. *Agriculture Ecosystems & Environment* 51(3):333-337.
- Aycock, R., 1966. Stem rot and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii*. North Carolina Agric. Exp. Station Tech. Bull. 174.
- Bejarano, M. C. A., 1996. Microflora asociada a las raíces, rizoplano y rizosfera de variedades de yautía (*Xanthosoma* spp.) afectadas por la enfermedad del mal seco: Identificación, Función y Control. Tesis M.S Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 148 p.
- Bull, R. A., 1960. Macronutrient deficiency symptoms in cocoyams (*Xanthosoma* sp.) *J. W. Afri. Inst. Oil Palm Res.* 3:181-186.
- Cook, M. T., 1937. Ann. Rept. University of Puerto Rico Agr. Exp. Sta. 1935-36, p. 135.
- Goenaga, R. and P. Hepperly, 1990. Flowering induction, pollen and seed viability and artificial hybridization of tanager (*Xanthosoma* spp.) *J. Agric. Univ. P.R.* 74(3):253-260.
- Hernández, B. J. E. y J. León, 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Colección FAO: Producción y protección vegetal No. 26. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Igbokwe, M. C., D. B. Arene, T. C. Naubuizu and E. E. Umanda, 1984. Intercropping cocoyams with plantain: Effects on the yield and disease of cocoyams. Pages 182-184. In: Tropical Root Crops: Production and Uses in Africa. Proc. Trienn. Root Crop Symp. Int. Soc. Trop. Roots Crops Afr. Branch 2nd. E. R. Terry, E. V. Dokv, O. B. Arene, and N. M. Mahungu, (editors).
- Mora, J., L. Gómez y F. Mora, 1991. Patogenicidad de dos bacterias asociadas a la pudrición radical de las aráceas. *Corbana* 15(36):16-19. San José. Costa Rica.
- Murashige, T. and F. Skoog, 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
- Nzietchueng, S., 1984. Root rot of *Xanthosoma sagittifolium* caused by *Pythium myriotylum* in Cameroon. Pages 185-188. In: Tropical Root Crops: Production and Uses in Africa. Proc. Trienn. Root Crop Symp. Int. Soc. Trop. Root Crops Afr. Branch 2nd. E. R. Terry, E. V. Dokv, O. B. Arene, and N. M. Mahungu, (editors).
- Ortiz, L. J., 1997. Situación y perspectiva económica de la Empresa de Raíces y Tubérculos. Informe económico presentado en la reunión de empresa. 18 abril, USDA-ARS-TARS, Mayagüez, Puerto Rico.

- Osai, E. O. and T. Ikotun, 1994. Microbial rot of yam minisetts. *Fitopatología Brasileira* 19(3):408-412.
- Plaza, J. A., 1994. La etiología del mal secco de la yautía (*Xanthosoma* spp.) en Puerto Rico. Tesis M.S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, P.R. 46 p.
- Posnette, A. F., 1945. Root rot of cocoyams (*Xanthosoma sagittifolium*). *Trop. Agriculture* 22(9):164-170.
- Punja, Z. K., 1985. The biology, ecology, and control of *Sclerotium rolfsii*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 23:97-127.
- Sepúlveda, Ch. G., 1993. *Sclerotium rolfsii* in the first region of Chile. *Idesia* 12(0):13-17.
- Sotomayor, A., K. F. Schertz and E. Rivera, 1989: Chromosome number and cytological observations of selected *Xanthosoma* and their possible importance in breeding for dry root rot resistance. *Proc. Carib. Food Crops Soc., 25th Meet. Pointe a Pitre, Guadalupe* 25:630-639.