

INTERACCIÓN ENTRE ESPECIES FÚNGICAS QUE AFECTAN LOS RIZOMAS DE LA MALANGA

Amaurys Dávila Martínez^{*1}, Lidcay Herrera Isla² y Maryluz Folgueras Montiel.

¹Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Cuba.

²Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Facultad de Ciencias Agropecuarias, Santa Clara, Cuba.

*Autor para la correspondencia: micologia@inivit.cu.

RESUMEN

En los últimos años, en Cuba ha ocurrido un incremento sustancial en las pudriciones de los rizomas de la malanga, lo que ha provocado afectaciones en los rendimientos entre el 15 % y el 20 %. Las pudriciones aparecen por lo general en suelos mal drenados, pesados y con alto contenido de materia orgánica. Se manifiestan más en épocas lluviosas, pues se trata de un complejo de hongos habitantes del suelo que se favorecen con la alta humedad. Con el objetivo de evaluar el sinergismo o antagonismo entre las especies involucradas en este síndrome, se realizaron inoculaciones cruzadas con las especies que aparecieron con mayor frecuencia en los muestreos realizados. Para el estudio se utilizaron rizomas principales y secundarios de plantas obtenidas por cultivo de tejidos. Con un perforador de tapones de 5 mm de diámetro se obtuvieron discos de micelio de los diferentes hongos objeto de estudio. Se hizo una perforación en el extremo apical de los rizomas y se introdujo cada disco. Los daños ocasionados por la combinación de los patógenos se evaluaron realizando un corte longitudinal de los rizomas donde se midió el largo y el ancho (cm) de las lesiones a partir del punto de inoculación. *Rhizoctonia solani* manifestó sinergismo con el hongo *Phoma* sp en *Xanthosoma* y *F. chlamydosporum* en *Colocasia* y con el resto de las especies un efecto antagónico. *S. rolfsii* manifestó sinergismo con todos los hongos en *Colocasia* excepto con *Diplodia* sp. y *Phoma* sp. mientras que en *Xanthosoma* mostró antagonismo con todas las especies.

Palabras clave: Hongo, inoculaciones, lesiones.

INTERACTION BETWEEN DIFFERENT FUNGAL SPECIES AFFECTING TARO RHIZOMES

ABSTRACT

In recent years, there has been a substantial increase in the rot of taro rhizomes in Cuba, which has affected yields between 15 and 20%. Rotting usually occurs in poorly drained, heavy soils with high organic matter content. This disease is common on rainy seasons, because it is caused by a group of soil-dwelling fungi which are favored by high humidity. Cross inoculations were performed with the species that more frequently appeared in the samples, in order to evaluate the synergism or antagonism among the species affected by this syndrome. Primary and secondary rhizomes of tissue culture derived plants were used for the study. A 5 mm diameter sawdust palm inoculator was used to obtain discs of mycelium from the different fungi under study. A perforation was made at the apical end of the rhizomes and each disc was introduced. The damages caused by the combination of the pathogens were evaluated by performing a longitudinal cut of the rhizomes which served as a reference to measure the length and width (cm) of the lesions. *Phoma* sp. Fungus showed synergism in *Rhizoctonia solani*,

Xanthosoma and *F. chlamydosporum* in *Colocasia*, with the rest of the species it showed an antagonistic effect. *S. Rolfsii* showed synergism with all fungi in *Colocasia* except with *Diplodia* sp. and *Phoma* sp. while in *Xanthosoma* it showed antagonism with all species.

Keywords: Fungus, inoculations, injuries.

INTRODUCCIÓN

En muchos países en desarrollo las malangas (*Colocasia esculenta* (L). Schott y *Xanthosoma* spp.), son importantes cultivos de seguridad alimentaria e ingreso familiar. Los cormos contienen aproximadamente un 25 % de almidón en base al peso húmedo, consumidos principalmente como purés mezclados con otros ingredientes que proporcionan energía al consumidor (Darko *et al.*, 2014). Generalmente, la malanga es extremadamente cultivada en África Occidental. Se calcula que la producción mundial del cultivo es de 5,5 millones de toneladas anuales y proporciona alrededor de un tercio de la ingesta alimentaria de más de 400 millones de personas en todo el mundo. La producción mundial de malanga se ha estimado en aproximadamente un 60 % en África y un 40 % en Asia, con cantidades menores en el Caribe y Oceanía, en un área de 983 millones de hectáreas (Mofa, 2012).

Recientemente se han registrado drásticas reducciones en la producción y exportación de malanga a nivel mundial debido a la incidencia de las pudriciones (Reyes, 2006). En Nicaragua, los daños totales ascienden a medio millón de dólares, la producción de malanga *Xanthosoma* en Nueva Guinea se ha convertido en una actividad antieconómica y antiecológica, debido al efecto dañino provocado en las plantaciones por un complejo de hongos y bacterias patogénicas causantes de pudriciones en el cultivo, asociado al uso de material vegetativo contaminado (CEI, 2006; Corea, 2007; Rivers, 2007). En Nigeria Emeri (2015) informa una disminución constante en la producción de cormelos con una pérdida estimada entre el 40-50 %.

Los síntomas de las plantas en campo incluyen crecimiento inhibido, clorosis foliar, seguido de necrosis y arrugamiento de partes afectadas y finalmente muerte prematura de la porción aérea de la planta (Ezeibekwe *et al.*, 2013).

En Centroamérica (Costa Rica) y en Venezuela es producido por los hongos *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y las bacterias *Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp., y es considerado un problema complejo en la reducción de los rendimientos (Morales, 2006). En Cuba se ha producido un aumento en las pudriciones de los cormos y cormelos en malanga, principalmente del género *Xanthosoma*, lo que ha llevado a cuantificar pérdidas que oscilan entre el 70 y 80 % del producto cosechado (Espinosa, 2013). Este estudio está dirigido a determinar sinergismo o antagonismo entre las especies de hongos involucradas con la descomposición masiva de los rizomas de la malanga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre los meses de marzo de 2014 y febrero de 2015 en el laboratorio de fitopatología del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) y en el Laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Para la producción del inóculo se utilizaron representantes fúngicos que se encontraban conservados en una micoteca. Las cepas de los hongos en estudio se transfirieron a placas de Petri de 9 cm de diámetro que contenían medio de cultivo Agar Papa

Dextrosa (PDA) para su multiplicación y se incubaron a $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de siete días.

Para evaluar el sinergismo o antagonismo entre las especies se realizaron inoculaciones cruzadas (Tabla 1), en las mismas se utilizaron rizomas principales y secundarios de plantas obtenidas por cultivo de tejidos y desarrolladas en el Laboratorio de Biotecnología del INIVIT. Los cultivares empleados en el estudio fueron: 'INIVIT MX 95-1' (género *Xanthosoma*) y 'Camerun-14' (género *Colocasia*), por ser de los más representativos en las zonas productoras del cultivo (MINAG, 2012 y Milián *et al.*, 2013).

Tabla 1. Combinaciones de hongos empleadas en las inoculaciones cruzadas.

Primera Combinación	Segunda Combinación
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>Diplodia</i> sp.	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>Diplodia</i> sp.
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>Phoma</i> sp.	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>Phoma</i> sp.
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>F. sulphureum</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>F. sulphureum</i>
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>F. chlamydosporum</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>F. chlamydosporum</i>
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>F. oxysporum</i>
<i>Rhizoctonia solani</i> + <i>Fusarium solani</i>	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>Fusarium solani</i>
	<i>Sclerotium rolfsii</i> + <i>Rhizoctonia solani</i>

Los rizomas utilizados en ambos géneros fueron lavados con agua. Posteriormente se sumergieron en alcohol al 40 % y luego se enjuagaron con agua corriente durante 10 minutos. Con un perforador de tapones de 5 mm de diámetro se obtuvieron discos de micelio de los diferentes hongos objeto de estudio. Se hizo una perforación en el extremo apical de los rizomas principales y secundarios y se introdujo cada disco a 1,0 cm de profundidad cubriendo el mismo con el fragmento del tejido extraído. Se emplearon como controles, discos de medio sin la presencia del hongo. Se colocaron los materiales inoculados en bandejas metálicas, a temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y oscuridad, durante 15 días. Los daños ocasionados por cada una de las combinaciones de los patógenos se evaluaron realizando un corte longitudinal de los rizomas donde se midió el largo y el ancho (en centímetros) de las lesiones a partir del punto de inoculación.

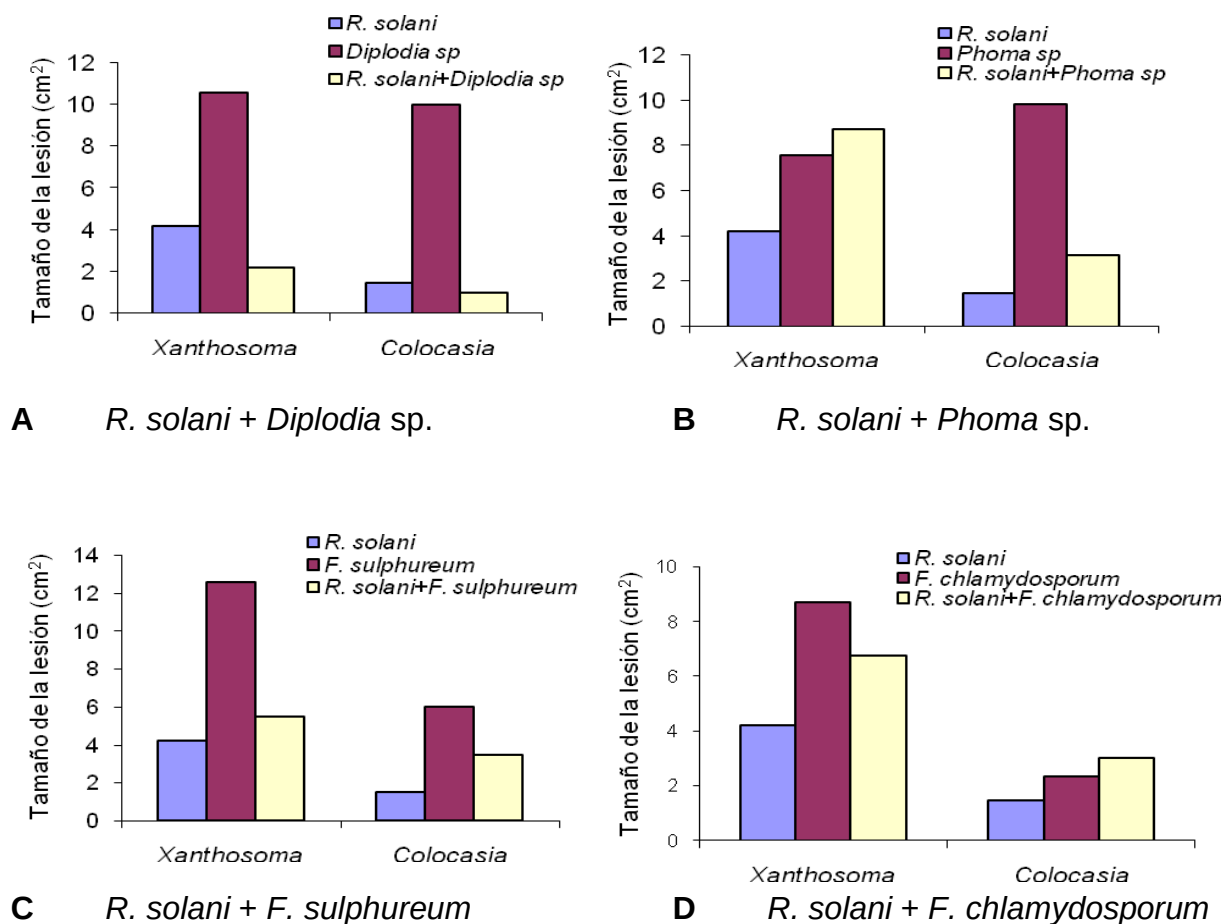
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta de los cultivares 'INIVIT MX 95-1' e 'Camerun-14' a la primera combinación de inoculaciones cruzadas con los representantes fúngicos más frecuentes aparece en la Figura 1, donde se aprecia que todos los hongos inoculados ocasionaron mayores lesiones que *R. solani*, siendo mayores los tamaños de las lesiones en el género *Xanthosoma*, excepto al inocular *Phoma* sp. en *Colocasia* (Figura 1B).

Las lesiones provocadas por las combinaciones de *R. solani* con cada una de las especies fitopatógenas evaluadas fueron mayores siempre en el cultivar 'INIVIT MX 95-1'. Al combinar *R. solani* + *Phoma* sp. (Figura 1B) se produjeron mayores lesiones que cuando ambos hongos se inocularon separadamente en *Xanthosoma*. Las combinaciones: *R. solani* + *F. sulphureum* (Figura 1C), *R. solani* + *F. chlamydosporum* (Figura 1D) y *R. solani* + *F. solani* (Figura 1F), originaron lesiones mayores que cuando *R. solani* se inoculó sólo.

En el cultivar 'Camerun-14' resultaron mayores las lesiones cuando se realizó la combinación *R. solani* + *F. chlamydosporum*, que cuando ambos hongos patógenos se inocularon por separado (Figura 1). El resto de las combinaciones ocasionaron lesiones de tamaños mayores que *R. solani* solo, excepto en las combinaciones *R. solani* + *Diplodia* sp. (Figura 1A) y *R. solani* + *F. oxysporum* (Figura 1E).

Zink y Secor (1982), al inocular plantas de papa con *F. sulphureum*, *F. solani* y *F. oxysporum* encontraron que el patógeno que mayor pudrición seca originó en el tubérculo fue *F. sulphureum*. Estos autores al realizar inoculaciones combinadas de la bacteria *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* con estas tres especies de hongos determinaron que el incremento en el porcentaje de los tallos con “pata prieta” no fue significativamente diferente con respecto a las especies de hongos inoculadas, lo que indica que tuvo lugar un efecto antagonista en vez de un efecto sinérgico específica entre los hongos y la bacteria.



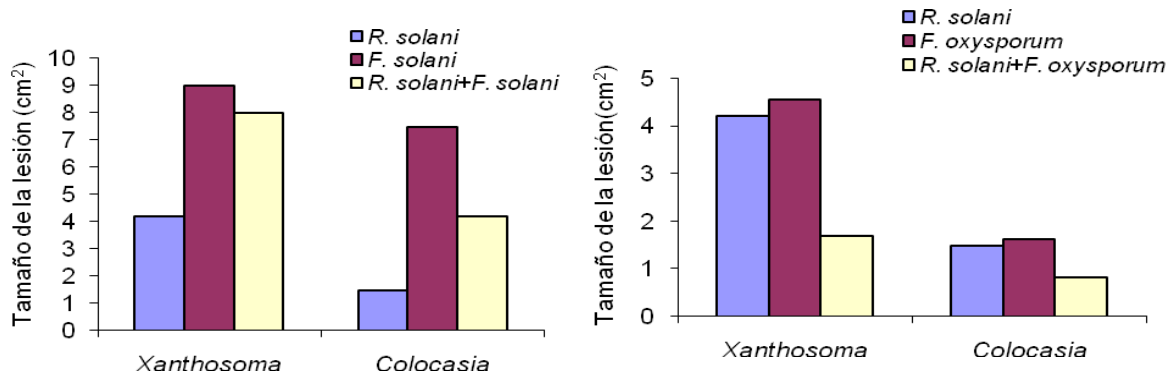
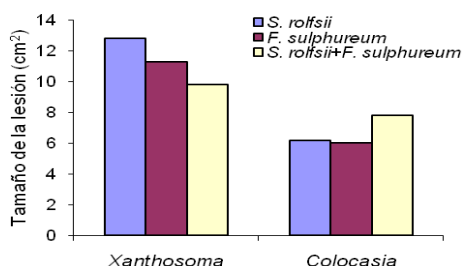
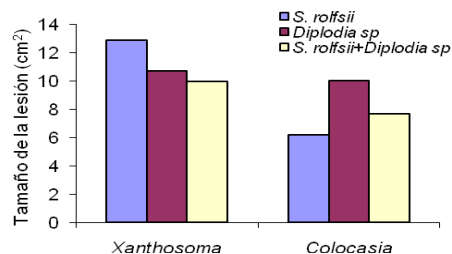


Figura 1. Respuesta de los cultivares 'INIVIT MX 95-1' (género *Xanthosoma*) y 'Camerun-14' (género *Colocasia*) a la primera combinación de inoculaciones cruzadas.

En la Figura 2 se muestra la respuesta de los cultivares 'INIVIT MX 95-1' e 'Camerun-14' a la segunda combinación de inoculaciones cruzadas. Siempre los hongos fitopatógenos estudiados provocaron mayores lesiones en el género *Xanthosoma*, excepto *Phoma* sp. en *Colocasia* (Figura 2G) que produjo lesiones de 9,82 cm². Todas las combinaciones efectuadas en el cultivar 'INIVIT MX 95-1' causaron lesiones de menor tamaño que las provocadas por *S. rolfsii*. En el clon 'Camerun-14', al combinar las dos especies, se originaron lesiones mayores que cuando se inocularon cada una de ellas individualmente, a excepción de *Diplodia* sp. (Figura 2B) y *Phoma* sp (Figura 2G). Estos resultados obtenidos en *Colocasia* corroboran los estudios realizados por Espinosa (2003) quien determinó que la combinación de *S. rolfsii*, *R. solani* y *F. oxysporum* provocaba mayores afectaciones en los rizomas que cuando cada especie se inoculaba de forma aislada. Nishimura y Kudo (1994) en inoculaciones realizadas sobre trece variedades de Taro (*Colocasia*) en Japón confirmaron la patogenicidad de *F. oxysporum* y *F. solani* como causantes de la podredumbre seca en el cultivo.



A *S. rolfsii* + *F. sulphureum*



B *S. rolfsii* + *Diplodia* sp.

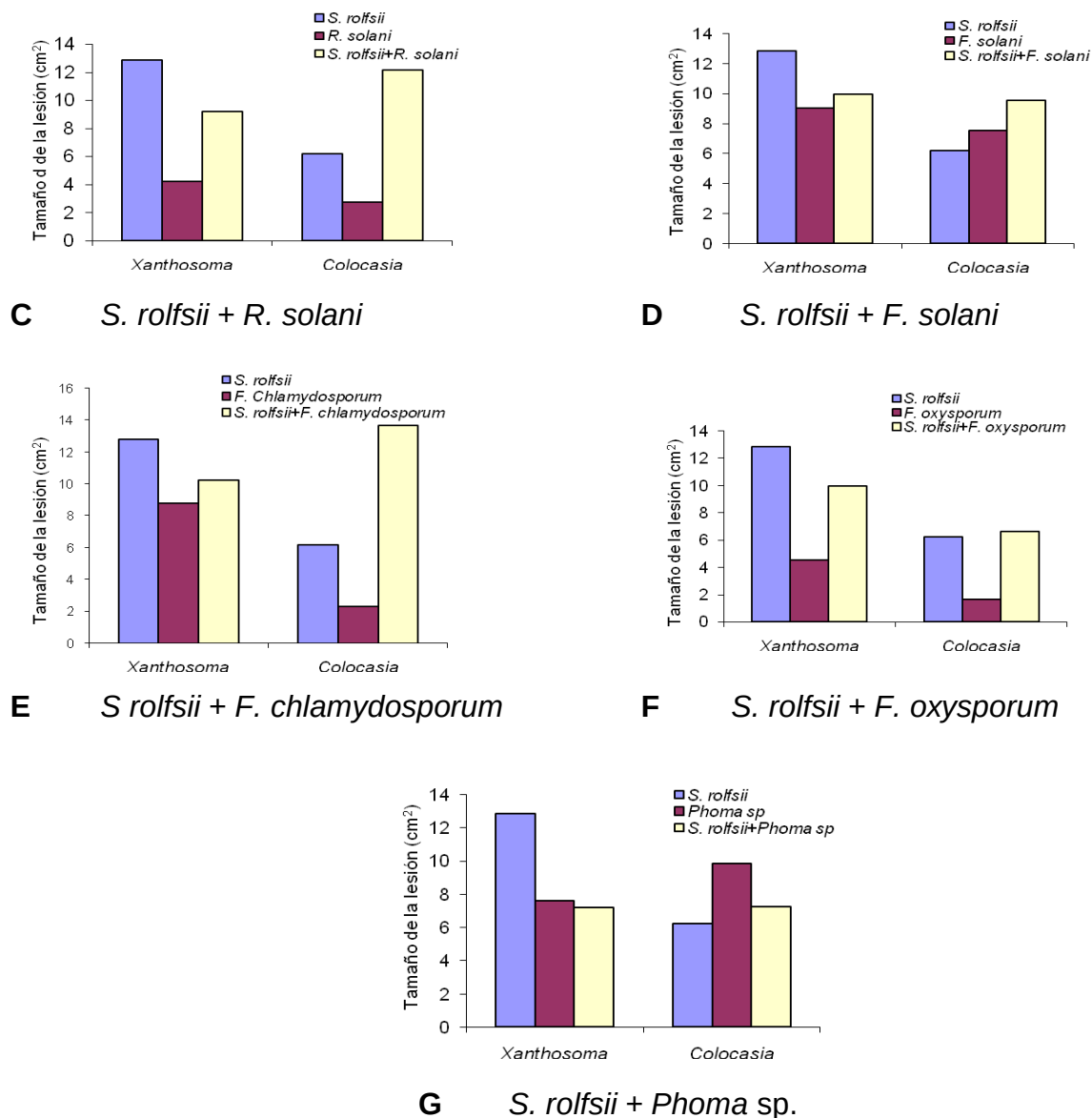


Figura 2. Respuesta de los cultivares 'INIVIT MX 95-1' (género *Xanthosoma*) y 'Camerun-14' (género *Colocasia*) a la segunda combinación de inoculaciones cruzadas.

En los estudios sobre las interacciones patógenos-huésped, se comprueba lo expresado por Eze y Ameh (2011), las hifas de hongos penetran en el tejido del rizoma de malanga, tanto inter como intra celular. Las hifas fúngicas ramifican entre y dentro de las células del tejido del rizoma en el parénquima de almacenamiento rico en carbohidratos. Se observó que la penetración de una célula a otra ocurría a través de las paredes celulares. También se apreció que las células infectadas se desintegraron y que las paredes celulares tenían un color marrón oscuro.

Se constata lo informado por Ogaraku y Usman, (2012) quienes plantean que los hongos son los principales patógenos microbianos que causan la putrefacción del almacenamiento de los cormos de malanga. Resultados similares en cuanto a la

patogenicidad de las especies en estudio fueron reportados en el cultivo de la yuca, el ñame y el boniato por varios investigadores (Okigbo *et al.*, 2013; Banito *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

El hongo *Rhizoctonia solani* mostró compatibilidad con *Phoma* sp en *Xanthosoma* y *F. chlamydosporum* en *Colocasia* mientras que con las demás especies evaluadas manifestó un efecto antagónico.

S. rolfsii presentó antagonismo con todas las especies en *Xanthosoma*. En cultivar de *Colocasia* exhibió sinergismo con todos los hongos en estudio excepto con *Diplodia* sp. y *Phoma* sp.

BIBLIOGRAFIA

- BANITO, A.; K.E. KPUMOYA; B. BISSANG and K. WYDRA. 2014. Assessment of Cassava Root and stem Rots in Ecozones of Togo and Evaluation of the Pathogen Virulence. *Pak. Journal Bot.*, 42(3): 2059-2068.
- CEI. 2006. Servicio de inteligencia. Nicaragua: Exportaciones enero-diciembre, 2005. 67p.
- COREA, N.H. 2007. Inducción, multiplicación de callos, regeneración de plantas y variación somaclonal de las vitroplantas en cinco cultivares de quequisque (*Xanthosoma* spp.). Managua Nicaragua. Tesis de Grado. 50 p.
- DARKO, P.; P. ALISTAIR and E. OMENYO. 2014. Cocoyam (corms and cormels) —An underexploited food and feed resource. *Rev. Journal of Agricultural Chemistry and Environment*. Vol 3 (1): 22-29.
- EMIRI, U.N. 2015. Post Harvest Rot of Cocoyams Obtained from Rivers and Bayelsa States of Nigeria. -ISSN: 232-2372. Vol 8 (7): 6-13.
- ESPINOSA, E. 2003. Estudio de las pudriciones secas en el cultivo de la malanga (*Xanthosoma* spp.) y *Colocasia esculenta* Schott. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UCLV, Villa Clara, Cuba. 45 p.
- ESPINOSA, E. 2013. Manejo agrotécnico del cultivo de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott) para el combate de las pudriciones secas. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 100 p.
- EZE, C.S. and G.I. AMEH. 2011. Comparative Assessment of Pathogenicity of Storage Rot Causing Fungi of Cocoyams (*Colocasia esculenta*) (L.) Schott and their Host-Pathogen Interactions. *Biotech.*, Vol. 22: 23-27.
- EZEIBEKWE, I.O.; E.C. NWAGBARA and J. S. OKEKE. 2013. Fungi associated with field crop failure of cocoyam (*Colocasia esculenta*) in owerri. *Global research journal of science* ISSN: 2276-8300:77-82 food and feed resource Vol. 3, No.1: 22-29.
- MILIÁN, M.D.; S.J. RODRÍGUEZ; A.L. MORALES; E. ESPINOSA; J.C. VENTURA; Y. FIGUEROA; D. RODRÍGUEZ; Y. RODRÍGUEZ; Y. BEOVIDES; M. BASAIL; J.A. CRUZ; E. RUIZ; L. GONZÁLEZ; I. ARREDONDO. 2013. Identificación de cultivares comerciales resilientes a los efectos del cambio climático. Primera edición, La Habana, octubre. ISBN: 978-959295-007-8. 46p.
- MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2012. Instructivo Técnico para la producción de semillas de viandas, 2012. La Habana, INIVIT-FAO, pp.11-30.

- MOFA, F.A. 2012. Agriculture in Ghana facts and figures. Ministry of Food and Agriculture, Accra. 47p.
- MORALES, A. 2006. La enfermedad del mal seco en tiquizque (*Xanthosoma saggitifolium*). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección regional Brunca. Costa Rica. Tesis de Grado. 45 p.
- NISHIMURA, N. and K. KUDO. 1994. *Fusarium oxysporum* f. sp. *Colocasiae* n. f. sp. Causing Dry Rot of Taro (*Colocasia esculenta*). Ann. Phytopathology. Soc. Japan 60 (4): 448-453.
- OGARAKU, A.O. and H. O. USMAN. 2012. Storage Rot of some yams (*Dioscorea* spp) in Keffi and Environs Nasarawa State, Nigeria. PAT 4(2):22-27.
- OKIGBO, R.N.; C.A. AGBATA and C.E. ECHEZONA. 2013. Effect of leaf extract of *Azadirachta indica* and *Chromolaena odorata* on post-harvest spoilage fungi of yams in storage. *Current Res J. of Soil Sci.*, 2(1):9-12.
- REYES, C.G. 2006. Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua, with emphasis on Dasheen mosaic virus Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Tesis de grado. 40 p.
- RIVERS, E.M. 2007. Incidencia del virus del mosaico del Dasheen (DMV) y producción de plantas libres de virus en tres cultivares de malanga (*Colocasia* sp). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 32 p.
- ZINK, R.T. and G.A. SENCOR. 1982. Interaction of fungal wilt pathogens and potato blackleg. *Plant Disease*, 66:1053-1056.