

LOS HONGOS DEL SUELO Y SU EFECTO SOBRE PLANTAS PRODUCIDAS *IN VITRO* DE MALANGA CV. 'AMARILLA ESPECIAL'

Ernesto Espinosa Cuellar^{1*}, Lidcay Herrera Isla², Maryluz Folgueras Montiel¹, Alberto Espinosa Cuéllar¹, Amaurys Dávila Martínez¹, Jaime Simó González¹, Iban Arredondo Quevedo¹ y Delia Pérez García¹

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

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

*Autor para la correspondencia: fitotecrt@inivit.cu

RESUMEN

Se determinó el efecto depresivo de los hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc. aislados de plantas infectadas que presentaban síntomas de escaso desarrollo, clorosis foliar y pudrición de las raíces, sobre plantas de malanga producidas *in vitro* del cultivar 'Amarilla Especial'. Los tratamientos consistieron en el aislamiento de los tres hongos por separado, la mezcla de los tres hongos y un control sin inocular. Se plantaron plantas *in vitro* previamente aclimatizadas en cámaras de 0,90 x 0,90 x 0,90 m, en bloque completamente al azar con cuatro réplicas. Se inocularon 50 plantas por cada tratamiento y como control se dejaron igual número de plantas sin inocular, se evaluó la altura de la planta, número de raíces por planta y número de raíces enfermas y posteriormente, se determinó el peso fresco y seco de las raíces y el follaje. Se cosechó a los 10 meses después de la plantación y se evaluaron algunos componentes del rendimiento, como número de rizomas primarios y secundarios y su peso fresco, al igual que la severidad de los daños en el momento de la cosecha. Los resultados mostraron que los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* asociados a las pudriciones secas ocasionaron un efecto depresivo en las plantas de malanga producidas *in vitro* cultivadas en cámaras. La mezcla de estos tres hongos resultó muy agresiva, lo que provocó en las plantas una menor altura, peso fresco del follaje y número de raíces, rizomas primarios y secundarios.

Palabras clave: hongos, malanga, pudriciones.

EFFECTS OF FUNGI FROM SOIL ON PLANTS OF MALANGA (CV. 'AMARILLA ESPECIAL') PRODUCED *IN VITRO*

ABSTRACT

Depressive effect was determined on plants produced *in vitro* cocoyam cultivar 'Amarilla Especial', fungi *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn and *Sclerotium rolfsii* Sacc isolated from infected plants with symptoms of poor development, chlorosis, leaf necrosis and rot the roots. Treatments consisted of the isolation of the three fungi separately, the mixture of the three fungi and uninoculated control. Previously acclimatized plants were planted in chambers had dimensions 0.90 x 0.90 x 0.90 m, in randomized complete block with four replications. 100 plants were inoculated for each treatment and control is left as an equal number of uninoculated plants was evaluated in each case the plant height, number of roots per plant and number of diseased roots and

subsequently determined the fresh weight and dry the roots and foliage. Was harvested at 10 months after planting and assessed some components of performance, as the number of corms and cormels and their fresh weight, as the intensity of damage at the time of harvest. The results showed that the fungal pathogens *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* associated with dry rot caused a depressive effect on taro plants grown in vitro produced cameras. The mixture of these three fungi was very aggressive, resulting in reduced plant height, fresh weight of leaves and number of roots, primary and secondary rizomes.

Keywords: Cocoyam, dry rot, fungus.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de la malanga se han detectado diversos agentes fitopatógenos que producen además de pudriciones en raíces, cormos y cormelos, sintomatologías en la parte aérea de la planta (Bejarano *et al.*, 1998). Este síndrome se caracteriza por la aparición de clorosis en las hojas que avanza hacia los pecíolos, y finalmente se generaliza a toda la parte aérea de la planta, deteniendo su crecimiento y limitando la producción del cultivo (Espinosa, 2013; Peernel, 2006).

Las plantas afectadas por las pudriciones secas permanecen enanas y otras solo llegan a emitir una o dos hojas nuevas que no logran alcanzar un desarrollo normal y generalmente se marchitan. Los cormos que llegan a formarse son pequeños o escasos. El desarrollo radical es reducido y la mayor parte de las raíces se necrosan. Estos síntomas están asociados a la presencia de *Pythium splendens* Brown, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc. Este complejo marchitamiento-necrosis radical ha sido descrito en Costa Rica (Mora y Blumm, 1991) y en Cuba (Dávila *et al.*, 2011).

Este síndrome produce pérdidas entre 9 y 27 % de la producción en el momento de la cosecha del cultivo (Espinosa *et al.*, 2013) y hasta un 80 % del producto cosechado en el almacén (Folgueras *et al.*, 2006). En este cultivo los rizomas primarios y secundarios constituyen la semilla para la próxima plantación, esta enfermedad no solo compromete las producciones sino además la continuidad de la producción de este cultivo (MINAG, 2012).

Una alternativa dentro del manejo integrado de las pudriciones secas de la malanga, enfermedad producida por hongos del suelo y que contaminan el material vegetal inutilizándolo para próximas plantaciones ha sido el empleo de semillas sanas plantas producidas *in vitro* (Herrera, 2004). Es por ello, que ha sido necesario para el manejo de estas pudriciones continuar trabajando en la búsqueda de alternativas para incrementar la calidad del material de plantación.

En el trabajo se propuso como objetivo determinar el efecto depresivo ocasionado por la inoculación de cultivos puros de varios hongos fitopatógenos asociados a las pudriciones secas sobre el desarrollo y rendimiento de plantas producidas *in vitro* cultivadas en cámaras.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT); ubicado en Santo Domingo, Villa Clara, Cuba.

De los rizomas primarios y secundarios de plantas infectadas que presentaban síntomas de escaso desarrollo, clorosis y necrosis foliar y pudrición de las raíces se

aislaron los hongos *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc. Para ello se realizó un corte longitudinal a los rizomas, luego se realizaron nuevos cortes para tomar la parte del tejido enfermo y sano. Estos cortes se transfirieron a placas Petri que contenían medio nutritivo Agar Papa Dextrosa (PDA) y se incubaron por cinco días a una temperatura entre 25 ± 2 °C. Se preparó una suspensión micelial licuando el contenido total del crecimiento micelial de cada hongo en 1500 mL de agua destilada estéril por 30 segundos, para la inoculación de las plantas.

Material vegetal

Se emplearon plantas producidas *in vitro* del cultivar de malanga 'Amarilla Especial'. Estas plantas fueron producidas en el laboratorio de cultivo de tejidos del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, según la metodología propuesta para la micropropagación de la malanga.

La aclimatización de las plantas *in vitro* se realizó en umbráculos, estas fueron plantadas en contenedores de poliuretano. Las plantas previamente aclimatizadas se plantaron en cámaras que tenían una dimensión 0,90 x 0,90 x 0,90 m, en un bloque al azar con cuatro repeticiones, las mismas contenían un suelo Pardo mullido carbonatado según (Hernández *et al.*, 2015) como sustrato. La plantación se realizó a una distancia de 0,70 x 0,30 m, el intervalo de riego utilizado fue de siete días con una norma parcial de 200 a 250 (m³).ha⁻¹ las prácticas culturales restantes se realizaron según el Instructivo Técnico del cultivo (MINAG, 2012).

A las tres semanas de cultivo de las plantas en las cámaras se realizó la inoculación de los cultivos puros de *F. oxysporum*, *R. solani* y *S. rolfsii*, cada uno por separado y con una suspensión de la mezcla de estos tres hongos, utilizando para ello una aguja hipodérmica con 100 mL de suspensión micelial por planta. Fueron inoculadas 50 plantas por cada tratamiento, como control se dejaron igual número de plantas sin inocular.

Se realizaron observaciones semanales para determinar el inicio de la aparición de los síntomas. A los 30 días, luego de la inoculación se evaluó en cada tratamiento la altura de la planta, número de raíces por planta, diámetro de las raíces (con un pie de rey) y número de raíces enfermas, para medir la longitud total de la planta (cm) se empleó una regla milimetrada.

Posteriormente, se determinó en 30 plantas por tratamiento la masa fresca y seca del follaje y de las raíces. Previo a determinar la masa seca, las plantas fueron colocadas en una estufa (SUTJESKA) fabricada en Yugoslavia, a 70 °C hasta que se estabilizó la masa seca a las 72 horas. Se empleó para el pesaje una balanza analítica (SARTORIUS) de fabricación Alemana, el resultado se expresó en gramos de masa fresca y seca.

A los 10 meses se evaluaron componentes del rendimiento como el número y masa fresca de rizomas primarios y secundarios por tratamiento.

Para evaluar la severidad de los daños por tratamiento se describieron los síntomas presentes en los rizomas teniendo en cuenta la escala de daños de los rizomas propuesta por Espinosa (2013):

Índice de la escala

Grados

- 0 Sin pudriciones.
- 1 Pudrición semiseca o semihúmeda que ocupa en la base del pedúnculo hasta un $\frac{1}{4}$ del rizoma primario o secundario.
- 2 Pudrición seca que alcanza entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del rizoma primario o secundario.
- 3 Pudrición seca que alcanza entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ del rizoma primario o secundario.
- 4 Pudrición seca que alcanza más de $\frac{3}{4}$ del rizoma primario o secundario.

Los porcentajes de severidad, se calcularon por la fórmula de Townsend y Heuberger (1958) citada por Herrera (2004):

$$\text{Porcentaje de severidad} = \frac{\sum(ab)}{nk} 100$$

Donde:

- a- Valores numéricos de las categorías de daños (índice de la escala).
- b- Cantidad de plantas por categorías de daños.
- n- Cantidad total de plantas evaluadas.
- k- Grado máximo de la escala.

Después de obtener los resultados del porcentaje de intensidad a causa de las pudriciones secas, se realizó la evaluación del grado de la misma por la escala propuesta por Herrera (2004):

- Infección baja Porcentaje de infección menor al 10 %
- Infección media Porcentaje de infección entre 11 y 25 %
- Infección alta Porcentaje de infección mayor al 25 %

Análisis estadísticos

Para la manipulación de los datos de las muestras se aplicaron las técnicas de Estadística Descriptiva consistentes en el cálculo de los valores promedios, cálculo de los porcentajes en el caso de las infecciones y la presentación de información tabulada y graficada.

Se emplearon las técnicas Paramétricas y No paramétricas. Dentro de las Paramétricas los procedimientos de Análisis de Varianza de Clasificación Simple (Completamente al Azar) y la comparación múltiple de medias según prueba de Tukey. Dentro de las No Paramétricas se utilizó el Análisis de Varianza por Rangos según Kruskal-Wallis con posterior aplicación de las técnicas de comparación. Se empleó el software *SPSS 15.0 para Windows*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A las dos semanas las plantas inoculadas desarrollaron síntomas de clorosis foliar. A los 30 días de cultivo las plantas inoculadas con los tratamientos *F. oxysporum*, *R. solani* y *S. rolfsii* cada uno por separado y con una suspensión de la mezcla de estos tres hongos se observó un efecto depresivo sobre el crecimiento de las mismas, así como hojas y raíces necrosadas en comparación con las plantas sin inocular empleadas como control (Figura 1).



Figura 1. Síntomas en las plantas producidas in vitro inoculadas con los patógenos y el control. (**a** control, **b** plantas inoculadas con *F. oxysporum*, **c** plantas inoculadas con *S. rolfsii* y **d** plantas inoculadas con la mezcla de los tres hongos).

Los microorganismos fitopatógenos *F. oxysporum*, *S. rolfsii*, *R. solani*, y la combinación de estos afectaron la altura de la planta, número de raíces por planta y el número de raíces enfermas, los tratamientos donde se inocularon los patógenos mostraron diferencias significativas con las plantas empleadas como control. Las plantas inoculadas con cada uno de los hongos por separado no presentaron diferencias significativas entre ellos en las variables evaluadas, pero si en relación con las plantas inoculadas con la mezcla de los hongos, en la cual se obtuvo el mayor efecto depresivo (Tabla 1). Estos resultados están en correspondencia con los obtenidos por Perneel *et al.* (2006) en la República Dominicana y Espinosa *et al.* (2003) y Dávila *et al.* (2011), los que determinaron que *Fusarium* sp. y *R. solani* son los principales organismos causales de pudriciones en malanga y confirman a estas especies de hongos como las de mayor incidencia de las pudriciones secas en este cultivo.

Tabla 1. Efecto de los hongos fitopatógenos 30 días después de inoculados sobre el desarrollo de las plantas cultivadas en cámaras.

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Número de raíces por planta	Número de raíces enfermas
<i>Fusarium oxysporum</i>	20,05 b	29,75 b	10, 58 b
<i>Sclerotium rolfsii</i>	19,77 b	24,00 b	9,34 b
<i>Rhizoctonia solani</i>	20,20 b	22,25 b	8,54 b
Mezcla de los tres hongos	16,97 c	17,5 c	14,97 a
Control	28,61 a	33,25 a	6,67 c
ES ±	0,19*	1,81*	2,19*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren según prueba de Tukey para $p < 0,05$ (n=30)

Los resultados mostraron en la tabla 2 que el tratamiento 4 (la inoculación de la mezcla de los tres hongos) fue la que más afectó la masa fresca y seca del follaje y de las raíces. Este tratamiento presentó diferencias significativas con respecto a los tratamientos en los cuales se inocularon cada uno de los hongos por separados y el control. Los tratamientos en los cuáles se inocularon los hongos por separado no presentaron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, tanto las plantas en las que se realizó la inoculación de la mezcla de los hongos como cada uno de ellos por separado presentaron diferencias con el control. Bejarano (1998) inoculó *S. rolfsii* en plantas en invernaderos, donde se afectó el número de brotes, el diámetro de las raíces, la altura de la planta, el peso seco del follaje y el porcentaje de raíces sanas.

Tabla 2. Efecto de los hongos fitopatógenos inoculados en las plantas cultivadas en cámaras sobre la masa fresca y seca de las mismas a los 30 días de plantadas.

Tratamiento	Masa fresca del follaje (g)	Masa seca del follaje(g)	Masa fresca de la raíces (g)	Masa seca de las raíces (g)
<i>Fusarium oxysporum</i>	11,28 b	3,32 bc	7,93 b	1,98 b
<i>Sclerotium rolfsii</i>	13,70 b	4,09 b	8,32 b	2,08 b
<i>Rhizoctonia solani</i>	14,60 b	4,36 b	9,30 b	2,32 b
Mezcla de los tres hongos	9,51 c	3,14 c	6,77 c	1,69 c
Control	23,90 a	7,14 a	12,06 a	3,35 a
ES ±	1.31*	0,15*	0.23*	0,15*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren según prueba de Tukey para $p < 0,05$ (n=30)

A los 10 meses se evaluó el rendimiento por planta y sus componentes en el momento de la cosecha, el número de rizomas primarios y secundarios por planta y su masa fresca al igual que el rendimiento fue mayor en el control sin inocular, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos donde se inocularon los patógenos, tanto de forma individual como mezclados. (Tabla 3). Resultados obtenidos por Saborío *et al.* (2004) en Costa Rica, con plantas de malanga propagadas *in vitro*, incrementaron dos veces los rendimientos y calidad de los rizomas en relación con las plantas reproducidas convencionalmente. Según Espinosa *et al.* (2012), Reyes (2013) y Chamizo *et al.* (2014), el empleo de material de propagación sano, proveniente de cultivo de tejidos, disminuye la incidencia de hongos del suelo, incrementa los rendimientos del cultivo y por ende la calidad del material de plantación. Se obtuvieron en el presente trabajo resultados similares en estos aspectos evaluados en el control sin inocular y se redujo el peso fresco y el número de cormos y cormelos en el momento de la cosecha, en los tratamientos inoculados. Demostrándose la acción patogénica de estos hongos.

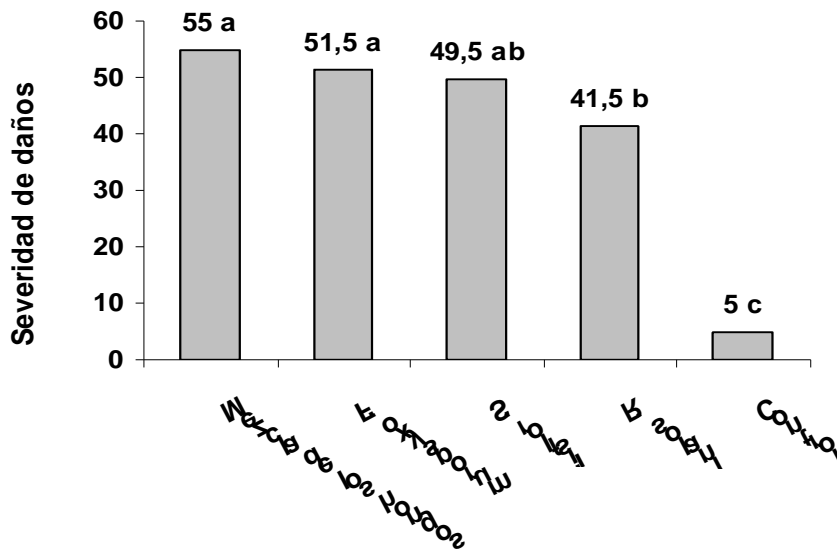
Tabla 3. Efecto de los diferentes tratamientos en los componentes del rendimiento en el momento de la cosecha de las plantas cultivadas en cámaras.

Tratamiento	Número de rizomas primarios	Número de rizomas secundarios	MF de los rizomas primarios (g)	MF de los rizomas secundarios (g)	Rendimiento Kg. Planta ⁻¹
<i>Fusarium oxysporum</i>	1,05 c	3,40 b	835 c	81,0 c	0,916c
<i>Sclerotium rolfsii</i>	1,32 bc	3,58 b	852 c	85,72 c	0,937 c
<i>Rhizoctonia solani</i>	1,83 b	3,75 b	1065 bc	90,7 b	1,155 b
Mezcla de los tres hongos	1,02 c	3,10 c	680 c	79,55c	0,759 c
Control	2,28 a	4,80 a	1795 a	132,51a	1,927 a
ES ±	0,35*	0,26*	0,92*	0,95*	0,91*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren según prueba de Tukey para p<0,05 (n=30)

Todos los tratamientos donde se inocularon los hongos patógenos ya sea por separado o una mezcla de los mismos, la severidad o intensidad de los daños fue significativamente mayor que en el control sin inocular. La mayor afectación de los rizomas se observó en el tratamiento donde se inoculó la mezcla de los hongos, donde el 40% de las plantas tuvo grado 4, el 22 % grado 3 y el 20 % grado 2; seguido de *F. oxysporum* y *S. rolfsii* con 36 y 33% de grado 4, 20 y 21 % de grado 3 y 17 y 16 % de grado 2. Los valores de severidad de daños, se incrementaron desde (5,00) en el control sin inocular (la cual fue baja en este tratamiento según la escala empleada para evaluar la afectación), hasta (55,00) donde se inocularon las plantas con la mezcla de los tres hongos fitopatógenos.

Los valores más elevados en la severidad de los daños se manifestaron en los tratamientos donde se inocularon los patógenos *S. rolfsii*, *F. oxysporum* y la mezcla de los patógenos, la cual fue alta, según la escala empleada para evaluar la afectación, sin diferencias significativas entre ellos y sí entre los tratamientos donde se inoculó con la mezcla de los patógenos y con *F. oxysporum*, con *R. solani*. Aunque con *R. solani* se obtuvieron los menores valores en cuanto al porcentaje de severidad o intensidad de daños dentro de los tratamientos inoculados, esta no presentó diferencias significativas con el tratamiento donde se inoculó *S. rolfsii* (Fig. 2).



KW= 31,57**

Figura. 2. Severidad o intensidad de los daños en el momento de la cosecha.

En estudios realizados en Nicaragua (INTA, 2005) se confirmó que esta enfermedad es generada por un complejo de hongos del suelo como *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y *Fusarium solani*, los cuales pueden actuar individualmente o en complejo. Estos invaden los tejidos de las raíces ocasionando necrosis y pudrición. Los resultados del trabajo han demostrado con algunos de estos patógenos que al quedar la planta sin un sistema de absorción de nutrientes y agua, comienza a manifestar clorosis en las hojas que avanza hacia los peciolo. Con el avance de la infección la planta puede morir o afectar su crecimiento; si sobreviven a la enfermedad desarrollan escasos y pequeños rizomas.

En las plantas de todos los materiales de plantación obtenidos *in vitro* sin inocular se obtuvo como promedio 1,5 veces más rendimiento que al utilizar plántulas enfermas, esto puede estar relacionado al efecto de limpieza sanitaria que produce el cultivo *in vitro*. Según Cabrera *et al* (2010), en estos tipos de materiales de plantación, el efecto de plantar una semilla sana donde el tejido pierde la señal que poseía de la planta madre, se puede manifestar en los mismos con un aumento en el vigor fisiológico de determinadas variables agronómicas.

Estos resultados permiten establecer la importancia que tiene para las apariciones de pudriciones poscosechas en estas plantas, las infecciones que ocurren a nivel de campo, puesto que la presencia de estos agentes fitopatógenos en los tejidos de las raíces, rizomas primarios y rizomas secundarios, provocará la incidencia de las enfermedades en el almacén, que reducirán el volumen total del producto bruto cosechado.

CONCLUSIONES

1. Los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Sclerotium rolfsii* Sacc asociados a las pudriciones secas ocasionaron un efecto depresivo en las plantas de malanga producidas *in vitro* cultivadas en cámaras.

2. La mezcla de estos tres hongos resultó muy agresiva, lo que provocó en las plantas una menor altura, peso fresco del follaje y número de raíces, rizomas primarios y secundarios.

BIBLIOGRAFIA

- BEJARANO, C, A.; M. ZAPATA; A. BOSQUES; E. RIVERA; L. LIU. 1998. *Sclerotium rolfsii* como componente del complejo patológico causante del mal seco de la yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) en Puerto Rico. *The journal of agriculture of the University of Puerto Rico* 82 (2):85-95.
- CABRERA, M.; R. GÓMEZ; M. BASAIL; A. SANTOS; V. MEDERO; J. LÓPEZ. 2010. Evaluación en campo de plantas de ñame (*Dioscorea alata* L.) obtenidas de los microtubérculos formados en Sistema de Inmersión Temporal. *Revista Colombiana de Biotecnología* 12(1):29-36.
- CHAMIZO, M.; D. CARRAZANA; E. ESPINOSA; A. CHEA; M. ACOSTA; R. CUPULL. 2014. Prevención del mal seco de la malanga mediante tratamientos de origen natural y biológico. *Centro Agrícola* 42(2):33-38.
- DÁVILA, A.; L. HERRERA; M. FOLGUERAS; E. ESPINOSA. 2011. Hongos asociados a las pudriciones secas (Género *Xanthosoma*) en varias localidades de Cuba. *Centro Agrícola* 38(4):13-19.
- ESPINOSA, E.; L. HERRERA; A. DÁVILA; A. ESPINOSA; Y. FIGUEROA; D. ARMARIO; D. PÉREZ; J. AGUIAR; M. CHAMIZO. 2012. Efecto del material vegetal de plantación sobre la incidencia de pudriciones secas en *Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma* spp. *Biotecnología Vegetal* 12(4):235-244.
- ESPINOSA, E. 2013. Manejo agrotécnico de cultivo de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott) para el combate de las pudriciones secas. Tesis presentada para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 100p.
- ESPINOSA, E.; L. HERRERA; M. FOLGUERAS; A. DÁVILA; A. ESPINOSA; N. VEITÍA; D. MEDEROS. 2014. Significación y alcance de las pudriciones secas en *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott en Cuba. *Centro Agrícola* 41(4):5-13.
- FOLGUERAS, M.; L. HERRERA. 2006. Relación de hongos patógenos y asociados a las pudriciones secas de la malanga género *Xanthosoma*. *Centro Agrícola*, 33 (1): 21-25.
- HERRERA, L. 2004. Los Hongos fitopatógenos del suelo de Cuba. Tesis presentada para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- HERNÁNDEZ, J. A.; J. M. PÉREZ; I. D. BOSCH; S. N. CASTRO. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba, 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7. <http://ediciones.inca.edu.cu/> y <http://www.inca.edu.cu>.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). 2005. El Cultivo del Quequisque. Guía Tecnológica 24. 22.
- MINISTERIO DE LA AGRICULTURA (MINAG). 2012. Instructivo técnico para la producción de semillas de viandas. Ed. FAO. ISBN 978-959-295-006-1. 81 pp.
- MORA, F.; K. BLUMM. 1991. Virulencia de aislamientos locales de *Rhizoctonia solani* en frijol de invernadero. *Agronomía costarricense*. 14(2):247-250.

- PERNEEL, M.; J. T.TAMBONG; A. ADIOBO; C. FLOREN; A. LEBESQUE; M. HOFTE. 2006. Intraspecific variability of *Pythium myriotylum* isolated from cocoyam and other host crops. *Mycological Research* 110: 583-593.
- REYES, G. 2013. Resultados del uso de técnicas biotecnológicas en la propagación, mejoramiento genético, y estudios de la relación, huésped-patógenos y diversidad genética del quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). La Calera. Edición Especial. Memoria X Reunión científica de Docentes Investigadores. Pp. 20.
- SABORÍO, F.; G. UMAÑA; W. SOLANO; G. UREÑA; G. MUÑOZ; N. HIDALGO; A. BRENES. 2004. Mejoramiento genético del tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) contra el mal seco. Memoria REDBIO 2004. Talleres. www.redbio.org. 21-Sept-2005. Consultado 5 de mayo de 2010.