

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

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.

ERNESTO ESPINOSA CUÉLLAR

Santa Clara

2013

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

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.

Autor: Ing. Ernesto Espinosa Cuéllar, MsC.

Tutores: Prof. Tit., Ing. Lidcay Herrera Isla, Dr. Cs.

Inv. Tit., Ing. Maryluz Folgueras Montiel, Dr. C.

Santa Clara

2013

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores, el Dr. Cs Lidcay Herrera Isla y la Dra. C. Maryluz Folgueras Montiel, porque mantenido confianza y le han dedicado, interés y conocimientos a este trabajo.

Al Dr. C. Sergio Rodríguez Morales, director del INIVIT.

Al Dr. C. Luis Ruíz Martínez por aportar todas sus experiencias y conocimientos científicos sobre el tema.

A la Dra. C. Novisel Veitía Rodríguez por su dedicación, empeño y voluntad de lograr el mayor éxito en el trabajo.

A los doctores Marilys Milián, María del Carmen, Lilián Morales, Aymé Rayas y a Nilo Maza, porque su ayuda ha sido fundamental para culminar esta obra.

Al colectivo de trabajadores de la Vice-Dirección de Fitotecnia del INIVIT y en especial a su Vicedirector, José de la C. Ventura, porque se mantuvieron y ayudaron en lo necesario.

A Delia Pérez, pues sin su dedicación y entrega no hubiese sido posible terminar este trabajo.

A Jesús García y María Oliva por su esfuerzo por su ayuda en la fotografía y estadística.

A Yadelys, Iban, Danneys, Jaime y Portieles, por su apoyo de todos los días y a las muchachitas de Agroquímica.

A René Cupull, Mollineda y nuestro amigo Periquín, por su apoyo para la obtención de los resultados.

A Yanelis Bravo, así como a la Vice-Dirección de Biotecnología (por su apoyo en la impresión).

A los Doctores Sinesio Torres y Manuel Díaz, quienes dedicaron muchas horas a la revisión de este documento y formularon valiosas recomendaciones.

A los profesores del Departamento de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas, que han ayudado a enriquecer mis conocimientos.

A mi esposa y a mis hijos por su ayuda, preocupación, disposición y aliento en todo momento.

A mi padre y mis hermanos y toda mi familia, por su constante preocupación y amor.

A Manuel por su constante aliento y a su familia, que la quiero como si fuera mía.

A mis amigos y hermanos Martha, Mama, Onelia, Leandro, Juan, Lea, Vladimir y Danilo, por ser parte de mi familia

A todos los amigos que me brindaron su apoyo insuperable e incondicional.

A todos y cada uno de los que he mencionado y los que olvidé, por hoy y por siempre.

Muchas gracias

SÍNTESIS

El incremento de los daños en las plantaciones de malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott), a causa de la incidencia de las pudriciones secas en diferentes regiones del país, motivó el presente trabajo en el cual se realizó un estudio con el objetivo de determinar la incidencia, la intensidad de los daños y los elementos para el manejo agrotécnico de las pudriciones en Cuba. El mismo se realizó en áreas del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales y en diferentes regiones del país. Se logró identificar mediante una encuesta, el alcance y magnitud del síndrome a nivel nacional. Los resultados del diagnóstico reflejaron que productores de 114 municipios reconocieron que los rizomas pueden presentar daños entre 20 y 40 %. El origen del material de plantación y su manejo constituyen una de las causas principales del incremento de la incidencia de la enfermedad en Cuba, la cual es más elevada en la región occidental y en la malanga *Xanthosoma*, y más frecuente en los suelos ferralíticos dedicados al cultivo. La cosecha en época óptima reduce la intensidad de los daños y la incidencia de las pudriciones del rizoma, al igual que el empleo de plantas *in vitro* como material de plantación. El promedio de incidencia de la enfermedad fue menor en los tratamientos donde se recubrió con EcoMic® o se aplicó compost o humus de lombriz, ya sea solo o combinado con fertilizantes químicos. Se propone un programa de manejo agrotécnico, que permite disminuir entre un 20-35 % la incidencia y la intensidad de los daños producidos por las pudriciones secas.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. Origen, evolución y distribución geográfica de la malanga (Xanthosoma spp. y Colocasia esculenta Schott)	9
2.2. Importancia del cultivo	9
2.3. Principales usos.....	11
2.4. Sistemática y descripción del género Xanthosoma.....	11
2.4.1. Clasificación taxonómica	11
2.4.2. Características de la planta	13
2.5. Sistemática y descripción del género Colocasia	13
2.5.1. Clasificación taxonómica	13
2.5.2. Características de la planta	14
2.6. Principales labores agrotécnicas	14
2.7. Enfermedades de la malanga	16
La malanga es afectada por virus, bacterias y hongos, los que perjudican la parte aérea de la planta, rizomas primarios y secundarios, y las raíces. Retardan el crecimiento y disminuyen los rendimientos del cultivo.....	16
2.7.1. Enfermedades virales.....	16
2.7.2. Enfermedades bacterianas.....	17
2.7.2.1. Necrosis marginal bacteriana (Xanthomonas campestris) (Pammel) Dowson.....	17

2.7.2.2. Mancha bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>aracearum</i> Berminal (Dye).....	17
2.7.3. Enfermedades fúngicas.....	18
2.7.3.1. Manchas foliares.....	18
2.7.3.2. Complejo marchitamiento-pudrición de raíces.....	18
2.7.3.3. Pudriciones de rizomas primarios poscosecha.....	19
2.7.3.4. Mal seco de la malanga.....	20
2.8. Métodos de manejo de las pudriciones en malanga.....	21
2.8.1. Control cultural.....	21
2.8.1.1. Labores agrotécnicas.....	21
2.8.1.2. Control químico.....	22
2.8.1.3. Enmiendas orgánicas.....	22
2.8.1.4. Solarización.....	23
2.8.1.5. Control biológico.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Identificación y alcance del problema.....	27
3.1.1. Incidencia de pudriciones secas en malanga (<i>Xanthosoma</i> y <i>Colocasia</i>) en diferentes regiones de Cuba.....	28
3.1.1.2. Relación entre las características químicas de los suelos en diferentes regiones de Cuba con la incidencia de pudriciones secas.....	29
3.2. Etiología de las pudriciones secas de la malanga.....	29
3.2.1. Pruebas de patogenicidad de los organismos aislados.....	31
3.3. Efecto de las labores agrotécnicas sobre las pudriciones secas.....	32
3.3.1. Incidencia de las pudriciones secas en clones de malanga.....	32

3.3.1.1. Relación entre la composición química de los rizomas primarios y secundarios con la incidencia de las pudriciones secas	35
3.3.2. Efecto de la época de plantación y el momento de la cosecha sobre las pudriciones secas de la malanga Xanthosoma y Colocasia.....	36
3.3.2.1. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre el rendimiento	37
3.3.3. Efecto del material vegetal de plantación sobre las pudriciones secas de la malanga.....	37
3.3.4. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga	39
3.3.4.1. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga	40
3.3.5. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga	41
3.4. Establecimiento de un programa de manejo agrotécnico de las pudriciones secas	42
3.4.1. Efecto de diferentes métodos de manejo agrotécnico de las pudriciones secas.....	42
3.4.2. Evaluación de la efectividad económica de los resultados.....	43
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
4.1. Identificación y alcance del problema	45
4.1.1 Incidencia de las pudriciones secas en malanga (Xanthosoma y Colocasia) en diferentes regiones de Cuba	56

4.1.1.2. Relación entre las características químicas de los suelos en diferentes regiones de Cuba con la incidencia de pudriciones secas.	57
4.2. Etiología de las pudriciones secas de la malanga	59
4.2.1 Pruebas de patogenicidad de los organismos aislados.....	61
4.3. Efecto de las labores agrotécnicas sobre las pudriciones secas	63
4.3.1. Incidencia de las pudriciones secas en clones de malanga	63
4.3.1.1. Relación entre la composición química de los rizomas primarios y rizomas secundarios con la incidencia de las pudriciones secas	71
4.3.2. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre las pudriciones secas de la malanga Xanthosoma y Colocasia.....	73
4.3.3. Efecto del material vegetal de plantación sobre las pudriciones secas de la malanga.....	78
4.3.4. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga	82
4.3.5. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga	89
4.4. Establecimiento de un programa de manejo agrotécnico de las pudriciones secas	94
4.4.1. Efecto de diferentes métodos de manejo de las pudriciones secas	94
4.4.2. Evaluación de la efectividad económica de los resultados.....	96
5. CONCLUSIONES.....	101
6. RECOMENDACIONES	103
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
8. ANEXOS	132

1. INTRODUCCIÓN

Las tendencias actuales en la agricultura están encaminadas hacia la búsqueda de especies vegetales que permitan un abastecimiento de alimentos a bajo costo, protección de los recursos naturales, equidad y alivio de la pobreza. Los tubérculos, raíces y rizomas cumplen con estos requisitos (Polanco, 2000) y entre ellos se encuentra la malanga, cuya producción mundial se estima en 4 000 000 t, concentradas en la zona central y occidental de África Tropical, Las Antillas, Venezuela y Oceanía (FAO, 2010).

Según Reyes (2006) la malanga está entre los rizomas y tubérculos más importantes a nivel mundial, pues es preferida por sus valores nutricionales, su fácil cocción y sus propiedades digestivas que la hacen un producto de alta demanda en el mercado nacional e internacional.

En Cuba, el área plantada de clones del género *Xanthosoma* representa un 70% del total dedicado a las aráceas, con un rendimiento promedio de 10 a 12 t ha⁻¹ (Rodríguez, 2007) y, junto a los clones de *Colocasia*, su producción en el período 2007-2008 alcanzó más de 240 mil toneladas, y durante 2009 fue de 199 400 toneladas (FAO, 2010). Como estrategia del Ministerio de la Agricultura se propuso obtener un aumento significativo en la producción de este cultivo, donde juega un papel primordial el mejoramiento genético (Milián, 2008).

Las malangas (*Xanthosoma* spp. y *Colocasia esculenta* (L.) Schott.), son afectadas por una gran cantidad de hongos. En los países donde se producen, se han identificado más de 20 especies de hongos que afectan al cultivo. Las afectaciones causadas por hongos son las de mayor importancia, después de las causadas por el

Virus del Mosaico de la Malanga (DMV) (Hernández *et al.*, 1999; González *et al.*, 2002; Quintero, 2004; Perneel *et al.*, 2004; Quintero *et al.*, 2006; Rivers, 2007). Los síntomas son causados por un complejo de hongos fitopatógenos como *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Fusarium solani* (Mart.) Sacc (Perneel *et al.*, 2006).

La afección conocida como mal seco de la malanga, se consideró el factor que más influyó en la baja producción de rizomas secundarios frescos en Puerto Rico (Plaza, 1994 y Ortiz, 1997) y se identificaron como agentes causales a *Pythium splendens* Brawn, *F. solani* y *R. solani*.

Esta enfermedad puede causar pérdidas entre 90-100% de rendimiento, según Saborío *et al.* (2004). Otros países que muestran su alta incidencia son: Camerún, 90 %; Costa Rica, 5-40 %; Islas Santa Lucía, 80% y Dominica, 65% (Elango, 1998 y MAGFOR, 2005). Estudios recientes determinaron que las especies de hongos patógenos vinculados a la sintomatología fueron *Fusarium oxysporum* Schlecht, *R. solani*, *Sclerotium rolfsii* Sacc. y *F. solani* (Dávila *et al.*, 2011). Este complejo marchitamiento-necrosis radical ha sido descrito en Hawai (Pluecknett *et al.*, 1970), Nigeria y Camerún (IITA, 1981) y en Costa Rica (Hernández y León, 1987; Mora *et al.*, 1991).

En Cuba, la incidencia de las pudriciones de los rizomas es cada vez más creciente en el momento de la cosecha, fluctúa: entre 22 y 28 %, en dependencia del cultivar y el género (Folgueras *et al.*, 2009). Debido a ello, algunos productores perdieron la motivación por el cultivo, al aumentar las pérdidas producidas por las pudriciones secas, en algunas localidades de un 90% (MINAG, 2012), lo cual tiene su origen en la deficiente calidad del material de plantación.

En busca de soluciones al problema se han realizado ensayos relacionados con el control químico, distancia de plantación, plantación tardía, mejora del drenaje (Onwueme y Charles, 1994), uso de material vegetal sano (Saborío *et al.*, 2004a), plantación en bancos, rotación de cultivos (Giacometti y León, 1994) y el uso de fertilizantes orgánicos.

En Cuba, en los últimos años, el traslado indiscriminado de material vegetal de plantación entre las distintas provincias, ha contribuido a diseminar los principales agentes patógenos, lo que ha provocado serias afectaciones sanitarias en las plantaciones en todo el país (Rodríguez, 2010; 2012).

Esta situación da origen al **Problema científico** siguiente:

No existen estudios para determinar la incidencia de las pudriciones secas y la influencia del manejo agrotécnico del cultivo, los cuales permitan trazar una correcta estrategia de combate para disminuir las pérdidas causadas por la enfermedad.

A partir de este problema, se formuló la siguiente hipótesis de trabajo:

La determinación de la influencia del manejo agrotécnico sobre la incidencia de las pudriciones secas posibilitará la elaboración de una estrategia de lucha para disminuir las pérdidas causadas por este síndrome en el cultivo.

Para demostrar esta hipótesis se propuso como objetivo general:

Determinar o evaluar el efecto del manejo agrotécnico del cultivo sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga en Cuba, con el fin de elaborar un programa que permita disminuir las pérdidas causadas por este síndrome.

Para dar cumplimiento a este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar el alcance del problema ocasionado por las pudriciones secas en las diferentes regiones del país.
2. Determinar la incidencia y severidad de las pudriciones secas de la malanga en diferentes regiones de Cuba.
3. Determinar la etiología y las sintomatologías de las pudriciones secas de la malanga.
4. Evaluar el efecto de las labores agrotécnicas sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga.
5. Elaborar un programa de manejo agrotécnico del cultivo para reducir la incidencia de las pudriciones secas de la malanga.

La novedad científica está dada por los resultados del presente trabajo, son los primeros de su tipo en el país, que contribuyen a determinar la incidencia de este síndrome en las áreas cultivadas con malanga en Cuba, así como la propuesta de un programa de manejo agrotécnico de la malanga, basado fundamentalmente en el empleo de prácticas culturales, el manejo clonal, la fertilización y el riego en aras de disminuir la incidencia de las pudriciones secas en el cultivo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen, evolución y distribución geográfica de la malanga (*Xanthosoma* spp. y *Colocasia esculenta* Schott)

La malanga ha sido de los primeros cultivos utilizados por el hombre. Se conocen con este nombre las especies comestibles de la familia *Araceae* pertenecientes a los géneros *Colocasia* y *Xanthosoma*. El primero, es muy antiguo y expandido en el Viejo Mundo e introducido en América por los colonizadores europeos; el segundo, es de origen americano y fue cultivado por los aborígenes de Las Antillas y el resto del continente antes del descubrimiento (López *et al.*, 1995).

Estas especies están bien distribuidas en América Tropical y en los trópicos húmedos (FAO, 1996) entre los 30° N y 15° S. Aunque en su hábitat natural crecen bajo la sombra del bosque; en producción, usualmente se plantan bajo completa exposición al sol (Giacometti y León, 1994; Mandal, 2006). En Colombia se cultivan de forma similar ambos géneros, sin embargo, *Xanthosoma* es superior en cuanto a rendimiento, sabor, adaptabilidad y resistencia a plagas y enfermedades que *Colocasia* (López, 1970).

2.2. Importancia del cultivo

Los clones del género *Xanthosoma* son importantes en varias regiones del mundo como en África y América Central y del Sur. En términos de producción y necesidad de atención, han ganado en popularidad, aunque la variabilidad genética a nivel

mundial es menor en este género, resultan menos susceptibles a plagas y enfermedades que los clones del género *Colocasia* (FAO, 2007). *Xanthosoma* es el tercero en importancia entre los rizomas, raíces y tubérculos comestibles en África Central y Oriental, y una de las más importantes como verdura (*Biodiversity International*, 2007).

La malanga ha sido tradicionalmente un cultivo de subsistencia, con algún excedente vendido en los comercios locales. El género *Xanthosoma* es tradicionalmente más consumido, por su sabor y textura (Giacometti y León, 1994; Montaldo, 2002).

Con la excepción de la papa (*Solanum tuberosum* L.), el boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) y la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), entre otros, las raíces, los rizomas y los tubérculos han sido relativamente poco considerados desde el punto de vista de la alimentación y la nutrición. El valor nutricional de la malanga es comparable con la papa, sus rizomas contienen cantidades apreciables de vitamina C, la cual se ha estimado entre 7 y 9 mg.100 g⁻¹ de material vegetal fresco. Además, pueden contribuir a los requerimientos de vitamina B, especialmente en lo que concierne a tiamina y ácido nicotínico (Montaldo, 2000; Bendaña, 2009). Las hojas de esta planta son fuentes importantes de proteínas y vitaminas (Offei *et al.*, 2004) y se usan en la preparación de ensaladas.

El rendimiento promedio del género *Xanthosoma* no es alto comparado con otras raíces tuberosas, rizomas y tubérculos. A nivel mundial, fluctúa entre 5 y 6 t ha⁻¹; no obstante, en los países donde se emplea una agrotecnia más moderna el rendimiento puede alcanzar entre 10 y 15 t ha⁻¹ (Ustimenko y Bakumovski, 1982; FAO, 2007).

2.3. Principales usos

De manera general, las raíces y tubérculos tropicales representan un alto potencial para la producción de carbohidratos y constituyen un recurso alimentario complementario para las poblaciones cada vez mayores del mundo (Gómez, 1983). Los rizomas primarios, rizomas secundarios y tallos rizomatosos de varios clones de las aráceas comestibles, constituyen un alimento muy nutritivo y de alta digestibilidad, su contenido de proteínas es bajo pero superior a los demás cultivos farináceos, únicamente superados por la yuca en lo que respecta al contenido de minerales (López *et al.*, 1995). Las hojas se consumen como espinacas (León, 1987) y tienen un alto contenido proteico (Roig, 1988; García *et al.*, 1998).

Del fruto agrícola se obtiene harina, almidón y alcohol; productos que pueden ser utilizados en varias áreas de la industria como la textil. Se emplea como materia prima en la industria de fermentación para la producción de alcohol industrial (López, 1970; Gómez, 1983; Piedrahita y Gómez, 1985).

2.4. Sistemática y descripción del género *Xanthosoma*

2.4.1. Clasificación taxonómica

Se han publicado diferentes criterios para la ubicación taxonómica del género *Xanthosoma* (Gola, 1969; Gómez, 1983; Hernández *et al.*, 1996); sin embargo, el más aceptado por su actualidad parece ser el publicado por Judo *et al.* (1999). Dentro de las Angiospermas o plantas con flores y, particularmente de las plantas monocotiledóneas, estos autores la sitúan en la siguiente posición:

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Alismatales*

Familia: *Araceae*

Género: *Xanthosoma*

Especie: *Xanthosoma* spp.

Los nombres comunes de la malanga son diversos en los países donde se cultiva, por ejemplo: yautía, malanga (Antillas), macal [México (Yucatán)], quiscamote (Honduras), tiquisque o quequexque (Costa Rica), yautía (República Dominicana y Guatemala), otóe (Panamá), okumo (Venezuela), uncucha (Perú), gualuza (Bolivia), malangay (Colombia); taioba, mangareto, mangarito, mangarás (Brasil); chou Caribe (Antillas Francesas); cocoyam, new cocoyam; queiquexque (México), tannia, taniera (Antillas); malanga, guagüí (Cuba) (FAO, 1993; Giacometti y León, 1994; Montaldo *et al.*, 2004; Royal Botanic Gardens, 2004).

García (1990) asegura la presencia en Cuba de clones de cuatro especies: *X. sagittifolium* (pulpa blanca), *X. violaceum* (pulpa rosada o morada), *X. caracu* (pulpa crema) y *X. atrovirens* (pulpa amarilla). Otros estudios morfoagronómicos más recientes (Milián, 2001), realizados en la colección cubana de *Xanthosoma* spp. indican grandes diferencias entre clones de la misma especie y similitud entre clones de especies diferentes, lo que confirma la falta de claridad en la taxonomía de *Xanthosoma* al nivel específico. Sin embargo, Milián (2008) encontró en dicha colección la presencia de cinco especies pertenecientes a este género de la familia *Araceae*.

2.4.2. Características de la planta

Es una planta herbácea, suculenta, que alcanza gran altura: de 1 a 2 m sin tallo aéreo (López *et al.*, 1995). Está compuesta por un cormo o tallo subterráneo que crece verticalmente y en su región basal tienen origen las raíces y rizomas secundarios horizontales, con un sistema radical fibroso y superficial (Cordero, 1986; Arias, 1998).

Las especies de *Xanthosoma* tienen como principal característica morfológica la forma sagitada de sus hojas y lóbulos basales amplios, separados por una hendidura profunda que termina en la inserción del pecíolo con la hoja y una prominente vena marginal (Coursey, 1968). Ésta es la diferencia más importante con las especies del género *Colocasia* (Gómez, 1983).

El ciclo de crecimiento dura entre 9 y 11 meses. Durante los primeros seis meses los rizomas primarios y las hojas se desarrollan; en los últimos cuatro meses el follaje permanece estable. En el período senescente de la planta, los rizomas secundarios están listos para su cosecha (Giacometti y León, 1994).

2.5. Sistemática y descripción del género *Colocasia*

2.5.1. Clasificación taxonómica

El género *Colocasia* tiene adaptación ecológica específica a las zonas húmedas del mundo tropical. El centro de origen más reconocido es el Sureste de Asia entre la India e Indonesia. Su cultivo se extendió por África Tropical y Egipto, llegó a Islas Canarias y desde este archipiélago se introdujo en el continente americano (MINAG, 2008; Tewodros, 2013).

Su posición taxonómica es la siguiente:

Subdivisión: *Angiosperma*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Alismatales*

Familia: *Araceae*

Género: *Colocasia*

Especie: *Colocasia esculenta* Schott.

Nombre común: malanga, papa china, taro.

2.5.2. Características de la planta

Es una planta herbácea, suculenta que alcanza de 1 a 3 m de altura, con hojas peltadas, de pecíolos largos, láminas verdes o con tonalidades violáceas, oblongo-ovaladas, cordadas. Presenta flores en espádice, unisexuales, pistiladas en la base y estaminadas en el extremo, con rizomas primarios centrales elipsoidales o cónicos y rizomas secundarios laterales más o menos alargados, de pulpa generalmente blanca, aunque puede ser coloreada (MINAG, 2008).

2.6. Principales labores agrotécnicas

Las características agrícolas de la malanga han contribuido al incremento de su cultivo en Cuba hasta adquirir importancia económica.

La preparación del suelo es un factor fundamental en el éxito de la cosecha, está condicionada por el tipo de suelo y los cultivos precedentes. Se aconseja comenzar las labores de preparación entre los 60 y 90 días con antelación a la plantación,

como base para obtener altos rendimientos. La malanga puede desarrollarse con un pH de 4,5 a 7,5, pero el óptimo debe estar entre 5,5 y 6,5. El mejor momento para plantar el género *Colocasía* es desde diciembre hasta mayo y de mayo a junio para *Xanthosoma*, principalmente las especies *X. sagittifolium*, *X. caracu* y *X. atrovirens* (Rodríguez, 2003).

La malanga puede plantarse por dos métodos: manual o mecanizado. La distancia de plantación para *Xanthosoma* es de 0,90 m x 0,35-0,40 m y 0,90 m x 0,30-0,40 m para la *Colocasía*, en dependencia del tipo de material de plantación a utilizar. La profundidad de plantación aconsejada es de 20 a 25 cm en *Xanthosoma* y en *Colocasía* de 10-15 cm (Rodríguez *et al.*, 2000; Castillo y Castillo, 2004; MINAG, 2008; Calzadilla *et al.*, 2012).

El potasio es el elemento extraído en mayor cantidad, seguido por el nitrógeno y el fósforo (Livan, 2006). La dosis de fertilizantes recomendada para *Xanthosoma* es de 100 – 130 kg ha⁻¹ de N, 40 – 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ y 130 - 190 kg ha⁻¹ de K₂O, para el género *Colocasía* 260 - 340 kg ha⁻¹ N, 80 – 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 280 - 380 de K₂O kg ha⁻¹. En *Colocasía* se recomienda el nitrógeno en cuatro aplicaciones y dos aplicaciones de K₂O y P₂O₅, pues resultan nutrientes muy importantes. En el caso de *Xanthosoma*, dos terceras partes del total del fertilizante se aplica en plantación y el resto después de los 80 días de plantado (Ruiz, 2001).

En los últimos años se ha comenzado a emplear biofertilizantes como es el caso de Micorrizas, *Azotobacter* y Fosforina. La materia orgánica es otra fuente de fertilizantes con posibilidades de uso. Se puede emplear la cachaza, la gallinaza, humus de lombriz y compost a razón de 15-19 t ha⁻¹ localizadas en el surco (MINAG, 2008).

Resulta imprescindible garantizar la humedad para facilitar la brotación del material de plantación, por tanto, debe realizarse un riego antes de la plantación y otro posterior a ésta con norma que puede oscilar entre 300 y 350 m³ ha⁻¹ en dependencia del tipo de suelo. La malanga requiere de un suministro adecuado de agua durante todo su ciclo y su déficit influye negativamente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (MINAG, 2012).

2.7. Enfermedades de la malanga

La malanga es afectada por virus, bacterias y hongos, los que perjudican la parte aérea de la planta, rizomas primarios y secundarios, y las raíces. Retardan el crecimiento y disminuyen los rendimientos del cultivo.

2.7.1. Enfermedades virales

Zettler y Hartman (2000) describieron en aráceas la presencia del *Virus del Mosaico de la Malanga* (DMV, por sus siglas en inglés, *Dasheen Mosaic Virus*), que es transmitido por insectos de la familia *Aphididae* (Pappu, 1994), cuyo principal efecto es retardar el crecimiento de la planta y reducir los rendimientos.

En Costa Rica, Ramírez (2005) registró la incidencia de este virus en al menos 80 % de las plantaciones comerciales de (*Xanthosoma* spp.). Según Monge y Arias (1987) y Monge (1993), el DMV ocasiona entre el 14 y 17 % de disminución en el rendimiento en plantaciones de malanga. En Cuba se ha informado hasta un 90 % de distribución del DMV en todas las áreas de cultivo. Autores como Quintero (1995), Hernández *et al.* (1999), González *et al.* (2002), Dottin (1997; citado por

Rivers, 2007) refieren un aumento en el rendimiento de plantas saneadas de 10 % en relación con las plantas infectadas.

2.7.2. Enfermedades bacterianas

2.7.2.1. Necrosis marginal bacteriana (*Xanthomonas campestris*) (Pammel)

Dowson

Xanthomonas campestris es una bacteria que afecta gran cantidad de cultivos; en la malanga, produce una necrosis en el borde de la lámina de la hoja, que puede abarcar todo el margen. La franja necrótica es de color marrón y está separada de la parte sana de la hoja por un halo clorótico amarillo brillante (Plaza, 1994; Quynh, 1999).

En Costa Rica se presenta en los clones de malanga de los grupos blanco y morado y se ha determinado en estos una incidencia hasta del 40 %, aunque se refieren valores hasta del 90 % para la malanga morada en diversas localidades de la región Atlántica. En el área de San Carlos los porcentajes de incidencia han sido menores (20-25%) (Laguna *et al.*, 1983).

2.7.2.2. Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *aracearum* Berminal (Dye)

La sintomatología se presenta en hojas jóvenes y maduras como pequeñas manchas cloróticas circulares, entre 4 y 10 mm aproximadamente. En infecciones severas, las manchas pueden coalescer y necrosarse, se deforman y necrosan las hojas, las que finalmente se caen (Dye, 1980; Zarate, 1988). Berniac (1974), señaló para la región del Caribe una bacteriosis en malanga ocasionada por *Xanthomonas*

dieffenbachie (Mac Culluch *et* Pirone) Dowson; con síntomas similares a la “mancha bacteriana”. Con posterioridad esta bacteria fue designada definitivamente como *Xanthomonas campestris* pv. *aracearum*.

2.7.3. Enfermedades fúngicas

2.7.3.1. Manchas foliares

Manchas foliares por *Corynespora cassiicola* (Berk and M.A. Curtis) Wei.

Los síntomas comienzan como pequeñas manchas necróticas rodeadas por un halo clorótico, que crecen hasta adquirir una forma típicamente ovalada de un tamaño variable entre 1,0 a 2,5 cm de diámetro. En el centro de las lesiones se ven fructificaciones representadas por conidióforos oscuros, no ramificados, en los que se observan las cicatrices que dejaron los conidios al liberarse. Esta enfermedad ha sido observada en Costa Rica (Ramírez, 1993).

2.7.3.2. Complejo marchitamiento-pudrición de raíces

Es una de las enfermedades que más afecta los rendimientos de la malanga; los síntomas comienzan a manifestarse con una clorosis de las hojas que avanza hacia los pecíolos. Con el avance de la infección aparece clorótica toda la parte aérea de la planta, la cual detiene su crecimiento. En algunos casos se ha observado que las plantas mueren, en otros permanecen enanas y periódicamente brotan una o dos hojas nuevas que no alcanzan un desarrollo normal, pues se marchitan nuevamente. Los rizomas primarios que alcanzan a formarse son pequeños y escasos, pero no muestran síntomas necróticos (INTA, 2005). Los aislamientos y pruebas de patogenicidad han demostrado que este síndrome está causado por la

acción conjunta de *Pythium splendens* Brawn, *Rhizoctonia solani* Kühn-*Corticium solani* (Prill y Declar.) Bourd y Galz y *F. solani*.

En Costa Rica este marchitamiento se ha observado en áreas productoras de malanga *Xanthosoma* blanca y morada. En la región atlántica se detectó una incidencia considerable (valores que oscilan entre 5 y 40 %) (Saborío *et al.*, 2002).

El complejo fúngico provoca el marchitamiento y necrosis de las raíces, el cual se ha considerado en Nigeria y Camerún como la enfermedad más importante (Joffe, 1974; IITA, 1981 y Nzietchueng, 1983) y se le conoce con el nombre de “enfermedad de Apolo”.

2.7.3.3. Pudriciones de rizomas primarios poscosecha

En los almacenes donde se empacan rizomas primarios y en los lugares de comercialización, la incidencia de las pudriciones está entre 7 y 10 %, y se han identificado los siguientes agentes causales:

Corticium rolfsii (Sacc.) Curzi-*Sclerotium rolfsii* Sacc.

Este hongo patógeno produce una pudrición suave de color marrón que avanza rápidamente en condiciones de abundante humedad; puede llegar a podrir todo el cormo en pocos días. Esta pudrición es la que se presenta con más frecuencia en los rizomas primarios ya cosechados, y ha sido informada en Fiji, Filipinas y Hawai (Onwueme, 1979), así como en las islas Salomón (Jackson *et al.*, 1975 a, b y 1980).

Fusarium oxysporum Schlecht

Es uno de los hongos patógenos más importantes, pues afecta una gran cantidad de especies de plantas. Causa en los rizomas primarios una pudrición esponjosa de

color blanco grisáceo y está separada de la parte sana por un borde marrón. Si la pudrición se inicia durante el período vegetativo de la planta, puede ocasionar marchitamiento de la parte aérea. Las pudriciones causadas por *F. oxysporum* han sido reportadas en las islas Salomón, donde se conoce como “u ulu “(Gollifer *et al.*, 1973 y Johnston y Booth, 1983), y en Cuba (Dávila *et al.*, 2010). Esta pudrición se ve favorecida por la humedad relativa alta y las temperaturas cercanas a los 25 °C (Gollifer *et al.*, 1973).

2.7.3.4. Mal seco de la malanga

La afección conocida como “mal seco” de la malanga, se considera la enfermedad que más ha propiciado la baja producción de rizomas secundarios frescos en Puerto Rico. Por ello las importaciones para cubrir el consumo local de yautía (malanga) sobrepasan el 97 % (Ortiz, 1997).

A través de los años se han informado varios factores como causantes directos del mal seco. Se han considerado los virus (Posnette, 1945); desórdenes nutricionales, como deficiencias de magnesio (Bull, 1960); y varias especies de *Pythium* entre 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 para las regiones de Camerún (África), el agente causal es *Pythium myriotylum* Drechs (Nzietchueng, 1984; Amayama, 2006; Perneel, 2006) aunque se mencionan otras especies asociadas, como *R. solani* y *F. solani*, las que se consideran importantes en la etiología de la enfermedad (Hidalgo *et al.*, 2007).

En Puerto Rico se determinó que *F. solani* es el agente causal del mal seco (Plaza, 1994). Esto permite visualizar que la enfermedad ha sido considerada bajo la acción de un solo microorganismo. Posteriormente, se reafirmó el concepto de complejidad patológica en la afección del mal seco. En lotes comerciales se observaron plantas de malanga *Xanthosoma* infectadas por *S. rolfsii* (Bejarano *et al.*, 1998). En Centroamérica, el mal seco de la malanga ha sido considerado como un complejo producido por varios hongos entre los que se mencionan: *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp. y las bacterias *Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp. (Mora *et al.*, 1991; Hernández y León, 1987).

2.8. Métodos de manejo de las pudriciones en malanga

Casi todos los intentos por controlar los hongos patógenos del suelo han sido poco fructíferos, debido a la existencia de un amplio grupo de hospedantes alternativos, así como a la necesidad de influir sobre grandes volúmenes de suelo para atacar a los hongos que en él habitan. La integración de prácticas culturales como el enmendado del suelo con materia orgánica, la rotación de cultivos, el control químico, el control biológico y el manejo del riego, son factores a tener en cuenta para el control de las enfermedades causadas por hongos del suelo (Díaz, 2011).

2.8.1. Control cultural

2.8.1.1. Labores agrotécnicas

En muchos cultivos las labores agrotécnicas pueden ser un método efectivo para el control de hongos del suelo. Por ejemplo, Tanaka *et al.* (1993) y Herrera (2004), refirieron que con el anegamiento del suelo se puede controlar *S. rolfsii*, lo que

reduce la viabilidad de los esclerocios; esto se debe a la disminución del O₂ en el suelo y la producción de sustancias antifúngicas (ácidos orgánicos) e incremento de organismos competitivos.

2.8.1. 2. Control químico

Algunos fungicidas como el Pentacloronitrobenzeno (PNCB) ha mostrado eficiencia en el control de *S. rolfsii*, pero su empleo incrementa las poblaciones de *Fusarium* (Kimati, 1978) y de *Pythium* (Lockwood, 1976) en el suelo. Matsuoka *et al.* (1989) probaron el fungicida Triadimefon, para el control de *S. rolfsii* en canteros de germinación de yemas aisladas en tallos de caña de azúcar tratados térmicamente. En Cuba, González y Pupo (1985) destacan buenos resultados con el empleo de Benomil, Captan, Captan + Benomil y Benomil + TMTD; al igual que Martín (2001) con el empleo *in vitro* de Dicofenazol 25 % (Score), Tebuconazol 25 % (Folicur) y Propiconazol 25 % (Tilt), en el control de *S. rolfsii*. Resultados positivos obtuvo Folgueras (2010) con el empleo de TMTD, para el control de hongos fitopatógenos en raíces de yuca.

Partridge (2007) plantea que en la actualidad no existen fungicidas eficientes para el control de hongos patógenos del suelo en condiciones de producción, y que lo más adecuado es el manejo agrotécnico del cultivo.

2.8.1.3. Enmiendas orgánicas

La aplicación de diferentes enmiendas orgánicas al terreno se ha ensayado como un método para regular las poblaciones de *S. rolfsii* en el suelo. Toribio (1992) logró eliminar la presencia de este agente causal, al enterrar restos de hojas de plátano.

El compost y otros tipos de abonos orgánicos aplicados al suelo tienen el potencial de promover el control biológico de enfermedades de plantas (Craft y Nelson 1996; Hoitink y Boehm 2001; Chung *et al.*, 2001; Noble y Coventry 2005; Termorshuizen *et al.*, 2006; Danon *et al.*, 2007). Estos abonos pueden introducir agentes de biocontrol y proporcionar alimento para su establecimiento y actividad. La supresión biológica por medio del compost involucra mecanismos de antagonismo directo como la competencia, antibiosis y el hiperparasitismo (Hoitink *et al.*, 1993, Lievens *et al.*, 2001, Herrera, 2004, Scheuerell y Mahaffee, 2005; Suárez-Estrella *et al.*, 2007; Malandraki *et al.*, 2008).

2.8.1.4. Solarización

Este método consiste en cubrir el suelo con una lámina de polietileno para dejar pasar la radiación solar y evitar el escape de calor, lo que induce un aumento de temperatura. Con su uso se pretende eliminar hongos patógenos, plagas y semillas de arvenses al alcanzar temperaturas letales para ellas en la capa arable (Grinstein *et al.*, 1979). Existen varios trabajos científicos que muestran la efectividad de la solarización en el control de hongos patógenos del suelo (Porter y Meriman, 1985; Montealegre *et al.*, 1996; Lebihan *et al.*, 1997; Sinigalia *et al.*, 2001 y Herrera, 2004).

Por ejemplo, Esqueda y Zenteno (1991) lograron reducir entre el 71 y 100 % de las poblaciones de *Rhizoctonia* hasta los 30 cm de profundidad en el suelo solarizado, resultados similares alcanzaron Lefevre y de Sousa (1993). Por otra parte, Lin *et al.* (1995) trabajaron en suelos de China con polietileno por espacio de tres a cuatro semanas, y lograron reducir entre un 75 y 100 % las poblaciones de *F. oxysporum*.

Resultados obtenidos por González *et al.* (2002) y Herrera *et al.* (2002) mostraron que al cubrir el suelo con un cobertor plástico por 41 días en los meses de julio y agosto se logra un descenso en la supervivencia de micelio de *R. solani*. Sin embargo, *S. rolfsii* no fue afectado por la solarización.

2.8.1.5. Control biológico

Como una medida alternativa **para** el control de *S. rolfsii* se ha investigado bastante con el uso de agentes biocontroladores. Entre ellos, se ha destacado el antagonista *Trichoderma* spp., muy estudiado por varios investigadores como Wells *et al.* (1972); Henis *et al.* (1984), y Punja (1985), y en Cuba, Stefanova (2007); Folgueras (2010) y Reyes (2011).

Igualmente, una cepa de *Trichoderma harzianum* aislada de esclerocios de *S. rolfsii* fue probada por Wells *et al.* (1972) como biocontrol en suelos infectados por este hongo patógeno. Papavizas y Lewis (1983) lograron la disminución de *S. rolfsii* en frijol hasta de un 90 %, con el empleo de cepas de *Trichoderma* spp. y *Gliocadium virens*. Tanto las clamidosporas como las suspensiones conidiales controlan de manera eficiente este hongo.

Según Adams *et al.* (1982) los conidios del antagonista sólo se forman en la superficie del esclerocio, mientras las clamidosporas lo hacen dentro del tejido infectado. Henis *et al.* (1983) determinaron que las hifas de *Trichoderma* spp. penetraron en los esclerocios de los tejidos internos, degradándolos hasta que toman consistencia suave y coloración oscura. Por otra parte, Ordentlich *et al.* (1988) probaron la efectividad de la bacteria *Serratia marcescens* en el biocontrol de

S. rolfii y estudiaron el papel de la enzima quitinasa que libera este organismo en la lisis y degradación de las paredes de las hifas del hongo patógeno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó entre enero de 2008 y febrero de 2013, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara. La identificación de las especies patógenas se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV). Se realizó una encuesta y se tomaron muestras de plantas enfermas y suelo en 14 provincias del país que plantan la malanga.

Para todos los experimentos de campo se emplearon parcelas de 18,0 m² con cinco surcos de 15 plantas cada uno, plantadas a una distancia de 0,90 x 0,35 m. La plantación se realizó sobre un suelo Pardo mullido carbonatado según la nueva clasificación genética de los suelos de la Academia de Ciencias de Cuba (Hernández *et al.*, 1999). El diseño consistió en un bloque completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron las plantas de los tres surcos centrales, a excepción de las primeras y últimas para evitar el efecto de borde.

Para la realización de las actividades de campo se tuvo en cuenta lo establecido en el Instructivo Técnico para el cultivo de la Malanga (MINAG, 2008).

Se utilizó el término malanga para denominar a los clones de las especies comestibles pertenecientes a los géneros *Xanthosoma* y *Colocasia*. Para hacer referencia al órgano subterráneo de almacenamiento de la malanga se utilizaron los términos rizomas principales o primarios (cormos) y para los rizomas secundarios (cormelos).

Durante el período de desarrollo de la investigación se registraron, con una frecuencia mensual, los datos climáticos, tales como: precipitaciones (mm), humedad relativa (%), días con lluvia y temperatura media (°C), los cuales fueron obtenidos de la Estación Agrometeorológica 326 ubicada en Santo Domingo.

El análisis y procesamiento de los datos en cada uno de los experimentos de campo, se realizó mediante las pruebas paramétricas de Tuckey y Dunnett´C, no paramétricas de Kruskal-Wallis, previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se utilizó el paquete estadístico SPSS (*Packaged for Social Science*), Versión 18 para ambiente de Sistema Operativo *Windows*.

3.1. Identificación y alcance del problema

En el período comprendido entre enero de 2008 y febrero de 2011, se realizó una encuesta en 119 municipios, de 14 provincias que plantan malanga (*Xanthosoma spp.* y *C. esculenta*) en Cuba, con el objetivo de determinar el alcance y la identificación del problema objeto de estudio.

Para el diseño de la encuesta se utilizó una proforma adaptada de otro documento similar utilizada por Blanco (2008) (Anexo 1). Fueron incluidos cuatro aspectos generales, los dos primeros relacionados con las características de la forma organizativa de la producción y del cultivo. Los dos restantes se intencionaron para conocer las particularidades de la tecnología empleada en la producción de malanga y la representatividad de los daños provocados por las pudriciones secas en los rizomas. En los municipios de las provincias de la zona oriental de Cuba se

realizaron 200 encuestas (33,61 %); en las provincias centrales 185 (31,09 %) y en la zona occidental 210 (35,29%).

En cada municipio se emplearon cinco formularios: a productores individuales no asociados, cooperativistas, jefes de producción de Unidad Básica de Producción Cooperativa, y de empresas estatales, especialistas de las entidades de producción o de Sanidad Vegetal, hasta conformar una muestra de 595 personas encuestadas (Anexo 2).

Para el análisis de la información obtenida se empleó estadística descriptiva. Los datos relacionados con la época de plantación y el momento de la cosecha se procesaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis/ Mann Whitney.

3.1.1. Incidencia de pudriciones secas en malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*) en diferentes regiones de Cuba

Con el objetivo de determinar la incidencia de las pudriciones secas de la malanga, desde enero de 2008 hasta febrero de 2011 en tres zonas (occidental, central y oriental), se muestreó el 25 % de las áreas destinadas al cultivo de la malanga en Cuba (Anexo 4). Se realizó el análisis según las características de los suelos en cada región.

Los muestreos se realizaron cada tres meses, las plantas enfermas se determinaron por observación directa de los síntomas de pudriciones secas (marchitez de la planta, amarillamiento en las hojas, pudrición de las raíces) (Anexo 5). Para determinar la incidencia de las pudriciones secas, se utilizó la fórmula descrita por Meléndez (2001).

$$P = \frac{n \times 100}{N}$$

donde: P – Porcentaje de Incidencia
n – Número de plantas enfermas
N – Número de plantas evaluadas

3.1.1.2. Relación entre las características químicas de los suelos en diferentes regiones de Cuba con la incidencia de pudriciones secas.

En aras de correlacionar las características de los diferentes tipos de suelos en que se desarrolla la enfermedad, con la incidencia del síndrome estudiado, se realizó un muestreo de dichos suelos en las diferentes provincias. El muestreo se realizó en forma de zig-zag y a una profundidad de 20 cm, y las muestras estuvieron compuestas por 10 submuestras.

Los análisis químicos del suelo se realizaron según la Norma Ramal de la Agricultura 837-87 y 892-88 (Cuba, MINAG, 1987 y 1988), según los métodos siguientes:

- P₂O₅ y K₂O. Método de Oniani (refern). Solución extractiva de ácido sulfúrico (0.1). El P₂O₅ se determinó colorimétricamente y el K₂O por fotometría de llama.
- Materia Orgánica. Metodo colorimétrico de Warkley y Black (1934). Oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.
- pH H₂O y pH KCL. Potenciométrico. Relación suelo: Solución 1:2.5.
- Las bases cambiables (Ca, Mg) así como Zn, Cu, Mn y Fe, fueron extraídas con el procedimiento Mehlich-3 (Mehlich, 1984) y determinadas por la espectrofotometría de absorción atómica.

3.2. Etiología de las pudriciones secas de la malanga

En el Laboratorio de Fitopatología de Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) se realizó el aislamiento de

hongos patógenos, con el objetivo de determinar la etiología de las pudriciones secas de la malanga, a partir del tejido de rizomas primarios, rizomas secundarios y raíces enfermas. Para ello se colectaron muestras procedentes de plantas que presentaban síntomas de escaso desarrollo, clorosis foliar y pudriciones en las raíces, para la posterior identificación de los posibles agentes causales en 60 localidades de 11 provincias.

Del tejido afectado, se tomaron porciones de 10-12 mm de diámetro, las que se lavaron en agua con detergente durante cinco minutos. Estas se colocaron en hipoclorito de sodio (3 %) por un tiempo de dos minutos y se enjuagaron durante 30 minutos en agua corriente. Posteriormente, se cortaron tres secciones de 1 cm² que se sumergieron en etanol 70 % (1 min), se enjuagaron tres veces en agua destilada estéril y se escurrieron en papel de filtro esterilizado, para ser llevadas a la cabina de flujo laminar donde se sembraron en placas de Petri, previamente esterilizadas, de 9 cm de diámetro que contenían Agar Papa Dextrosa (PDA) suplementado con 0,50 mg de cloranfenicol. Las placas se incubaron a 25 ± 2°C durante 1-5 días en la oscuridad.

Se prepararon suspensiones de conidios de los organismos aislados en dos tubos de agua destilada estéril, se extendieron 0,1 mL de cada una de ellas sobre la superficie de una capa con medio de cultivo agar agua al 2 % y se incubaron a 28 ± 2 °C durante 24 horas. Los conidios germinados se marcaron con el auxilio del microscopio compuesto (Olympus Vanox), con el objetivo 40X en dependencia del tamaño del conidio. Posteriormente se colocaron en medio de cultivo PDA, y de cada una de las colonias fungosas obtenidas se transfirieron porciones de micelio a tubos de ensayo (15 x150 mm) que contenían igual medio. En el caso de

Rhizoctonia spp. se tomaron fragmentos de hifas y en *Sclerotium rolfsii* a partir de esclerocios con el propósito de confeccionar una micoteca con los cultivos puros de todos los representantes fúngicos encontrados, los que se conservaron a 4°C.

Posteriormente se procedió a su identificación, con el empleo de un microscopio clínico Motic con aumento 10x y 40x, para lo cual se emplearon claves y manuales especializados (Holiday, 1980; Johnston y Booth, 1983; Mayea y Padrón, 1983; Herrera y Mayea, 1994; Castañeda, 2001 y Leslie y Summerell, 2006). Para la identificación de los hongos aislados se seleccionaron los caracteres morfológicos de fácil observación que definen a los géneros y especies, tales como: morfología, color, hábito de crecimiento de la colonia, tamaño (largo y ancho), forma y número de septos de los conidios.

3.2.1. Pruebas de patogenicidad de los organismos aislados

Con el objetivo de determinar la patogenicidad de los hongos aislados del síndrome de las pudriciones secas, en los rizomas de malanga, se inocularon microorganismos aislados en rizomas primarios y secundarios de los clones 'INIVIT MX-2008', del género *Xanthosoma*, e 'INIVIT MC-2001', del género *Colocasia*, procedentes de plantas cultivadas *in vitro* del Laboratorio de Cultivo de Tejidos del INIVIT, cuando las plántulas alcanzaron un desarrollo adecuado se pasaron a la fase de aclimatización y permanecieron en condiciones de adaptación por espacio de cuatro semanas y luego se transfirieron cámaras de 0,90 x 0,90 m y cosechados a los 12 meses. Los rizomas fueron lavados con agua y detergente y se desinfectaron durante 10 min. en hipoclorito de sodio y etanol 70 %, respectivamente, y se enjuagaron con agua corriente durante 30 min. Como control se utilizaron rizomas perforados a los cuales no se les inocularon los hongos

aislados. Se hizo una perforación en el extremo apical de los rizomas (primarios y secundarios) con un sacabocado de 5 mm de diámetro y se le introdujo un disco de agar PDA con los hongos aislados, a 1,0 cm de profundidad y se cubrió con el tejido extraído. Se colocaron en una bandeja de aluminio de 20 cm de largo x 15 cm de ancho y cinco centímetros de alto y se incubaron a temperatura ambiente (27 ± 2 °C) durante 15 días. A partir del punto de inoculación, se realizó un corte longitudinal de los rizomas donde se midió el largo y el ancho en centímetros de las lesiones, para evaluar los síntomas y signos ocasionados por cada uno de los microorganismos patógenos. Para la descripción de las lesiones se tuvo en cuenta el color, consistencia, y la presencia de estructuras fúngicas, para así cumplimentar los postulados descritos y establecidos por Koch.

3.3. Efecto de las labores agrotécnicas sobre las pudriciones secas

Con el objetivo de determinar el efecto de las labores agrotécnicas sobre la incidencia e intensidad de los daños de las pudriciones secas, se desarrollaron cinco experimentos, los que se describen a continuación:

3.3.1. Incidencia de las pudriciones secas en clones de malanga

Con el objetivo de conocer la incidencia de las pudriciones secas en clones de malanga se realizó el experimento en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Los clones de malanga *Colocasia* se plantaron en enero de 2009 y los de *Xanthosoma* en marzo del mismo año. Este experimento se repitió en los mismos meses en el año 2010. No se aplicaron productos químicos ni biológicos para el control de enfermedades fúngicas. Los clones empleados en cada género se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Clones de malanga de los géneros *Xanthosoma* y *Colocasia* empleados en el estudio.

Malanga <i>Xanthosoma</i>		Malanga <i>Colocasia</i>
‘México 1’	‘INIVIT MX-95-2’	‘Camerún 14’
‘Viequera’	‘Selección Amarilla’	‘INIVIT MC-99-1’
‘INIVIT MX-95-1’	‘México 8’	‘INIVIT MC-2001’
‘Amarilla Especial’	‘INIVIT MX-2008’	‘INIVIT MC-2005’
‘INIVIT MX-2007’		‘INIVIT MC-2006’

Para determinar la incidencia de los hongos fitopatógenos, los muestreos comenzaron a las 16 semanas después de la plantación. Estas evaluaciones se realizaron cada 30 días hasta la cosecha y 15 días después de cosechados los rizomas (poscosecha).

A partir de los 110 días, se determinaron la incidencia (%) e intensidad de los daños en cada uno de los tratamientos. Primero se realizó la evaluación de daños en los rizomas con el objetivo de observar los síntomas de la enfermedad en plantas de *Colocasia* y *Xanthosoma*, para lo cual se tomaron rizomas primarios y secundarios cosechados a los 12 meses. Se determinó la incidencia (%) de la pudrición seca en cada uno de los tratamientos, mediante la fórmula propuesta por Meléndez (2001) (descrita en el acápite 3.1.1). Posteriormente se evaluaron las afectaciones presentes en rizomas primarios y secundarios, según la escala propuesta por Folgueras y Herrera (2006). Con los valores obtenidos a partir de la escala de evaluación se calculó la intensidad (%) de daños en plantas con el síndrome de la pudrición seca.

Se evaluaron, además, la incidencia e intensidad de los daños por pudriciones secas en la poscosecha, para lo cual se almacenaron en un lugar fresco y ventilado

10 plantas de cada clon, las que se colocaron en un estante con piso de malla y se evaluó cada 15 días.

Escala de daños de los rizomas propuesta por Folgueras y Herrera (2006) (Anexo 8)

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 intensidad se calcularon por la fórmula de Townsend y Heuberger (1958).

$$\text{Porcentaje de intensidad} = \sum \frac{(a \times b) \times 100}{NK}$$

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 *et al.* (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 %

Se determinó, además, el rendimiento comercial:

- Rendimiento comercial en t ha⁻¹. Peso de rizomas primarios y secundarios con más de 100 g.
- Pérdidas de rendimiento comercial. Número de rizomas de 100 g de peso, con daños superiores al 20% del rizoma primario y secundario.

3.3.1.1. Relación entre la composición química de los rizomas primarios y secundarios con la incidencia de las pudriciones secas

Se determinó para cada uno de los clones evaluados:

- Masa seca de rizomas primarios y secundarios (%), en 20 plantas por tratamiento. Se tomó una muestra de 200 g de los rizomas primarios y secundarios, los cuales se fraccionaron y fueron colocados en una estufa (SUTJESKA) a 65 °C hasta peso constante. Posteriormente se pesaron las muestras con una balanza analítica (SARTORIUS). A partir de estos datos, se cálculo el porcentaje de masa seca en las muestras, mediante la fórmula:

$$MS = \frac{ps}{pf} \times 100$$

- Contenido de almidón (%), se determinó mediante el método polarimétrico, según Norma Ramal NRAG-1987.
- Contenidos de nutrientes de los rizomas primarios y secundarios (N, P, K, Mg, Ca, Cu, Fe, Zn), según Norma Ramal NRAG-1987. Las muestras fueron procesadas mediante espectrofotometría de absorción atómica en el Centro de

Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Espectrofotómetro SP 9 fabricado en Inglaterra.

Los datos relativos al porcentaje de incidencia de las pudriciones secas en la cosecha y poscosecha se analizaron cada año por separado, la intensidad de los daños, porcentaje de materia seca y almidón en rizomas primarios y rizomas secundarios, así como el rendimiento, se analizaron mediante una prueba paramétrica de *Tukey* (HDS). Los coeficientes de correlación de Pearson fueron utilizados para caracterizar la correlación entre la incidencia de las pudriciones y la composición de los rizomas.

3.3.2. Efecto de la época de plantación y el momento de la cosecha sobre las pudriciones secas de la malanga *Xanthosoma* y *Colocasia*

Para este experimento se emplearon los clones 'INIVIT MX-2007' de malanga *Xanthosoma* e 'INIVIT MC-2005' de malanga *Colocasia*.

Se establecieron tres tratamientos en cada época de plantación, los cuales se relacionan a continuación:

Malanga *Xanthosoma*

- **Época de plantación temprana** (mes de febrero) y tres momentos de cosecha, 10, 12 y 14 meses después de la plantación.
- **Época de plantación óptima** (mes de mayo) y tres momentos de cosecha, 10, 12 y 14 meses después de la plantación.
- **Época de plantación tardía** (mes de julio) y tres momentos de cosecha, 10, 12 y 14 meses después de la plantación.

En la malanga *Colocasia*, los tratamientos empleados fueron los siguientes:

- **Época de plantación temprana** (mes de diciembre) y tres momentos de cosecha, 8, 10 y 12 meses después de la plantación.
- **Época de plantación óptima** (mes de febrero) y tres momentos de cosecha, 8, 10 y 12 meses después de la plantación.
- **Época de plantación tardía** (mes de mayo) y tres momentos de cosecha, 8, 10 y 12 meses después de la plantación.

Al momento de la cosecha se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Incidencia de las pudriciones secas y grado de intensidad de los daños de las pudriciones secas: se empleó la fórmula descrita en el acápite 3.1.1.
- Masa fresca de los rizomas (g): se pesaron los rizomas con una balanza analítica (SARTORIUS).
- Masa seca de rizomas primarios y secundarios (%): de manera similar a la descrita en el acápite 3.3.1.1.

3.3.2.1. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre el rendimiento

- Rendimiento comercial en t ha⁻¹. Peso de rizomas primarios y secundarios con más de 100 g.

3.3.3. Efecto del material vegetal de plantación sobre las pudriciones secas de la malanga

Para determinar el efecto del material vegetal de plantación sobre las pudriciones secas se realizó el presente experimento. Como material de propagación se

emplearon distintos tipos de semilla de los clones descritos en el acápite 3.3.2, plantas cultivadas *in vitro*, las plántulas permanecieron en condiciones de adaptación por espacio de cuatro semanas y luego se transfirieron a campo con una altura entre 15-20cm y de 3-5 hojas. Se plantaron rizomas primarios y rizomas secundarios que son empleados tradicionalmente en la plantación de ambos géneros de malanga (MINAG, 2012) (Anexo 10), como se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. Material de plantación por género de malanga empleado en el experimento.

Tratamiento	Tipo de material de plantación	
	<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
1	Rizomas secundarios 50 g	Rizomas secundarios 50 g
2	Fracciones de rizomas primarios	Rizomas secundarios 51-100 g
3	Rizomas secundarios >100 g	Rizomas secundarios >100 g
4	Coronas 150 g	Coronas 150 g
5	Plantas cultivadas <i>in vitro</i>	Plantas cultivadas <i>in vitro</i>

La cosecha se realizó a los 12 meses de efectuada la plantación para ambos géneros y se determinó el porcentaje de incidencia de las pudriciones y la intensidad de los daños, los que se calcularon por las fórmulas descritas en los acápites 3.1.1 y 3.3.1. Se evaluó, además, el rendimiento y sus componentes (número, largo y diámetro de los rizomas secundarios, masa fresca de los rizomas secundarios y masa fresca de los rizomas secundarios por planta, de manera similar a lo descrito en el acápite 3.3.2).

El análisis estadístico de los datos relacionados con el porcentaje de incidencia de las pudriciones en la cosecha, se realizó cada año por separado. La incidencia,

intensidad de los daños y el rendimiento y sus componentes se analizaron estadísticamente mediante una prueba paramétrica de *Tukey*.

3.3.4. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga

Para determinar el efecto de la fertilización orgánica y química sobre las pudriciones secas en la malanga se realizó el experimento. Como material de plantación se emplearon rizomas secundarios de 100-150 g de los clones descritos en el acápite 3.3.2. El diseño experimental consistió en un bloque completamente al azar con 11 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos empleados en la investigación se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Tratamientos establecidos para la fertilización orgánica y química en ambos géneros (*Xanthosoma* y *Colocasia*)

No.	Tratamientos
1	Control absoluto (sin fertilizar)
2	<i>EcoMic</i> ® ^{a*}
3	50 % NPK
4	50 % NPK + <i>EcoMic</i> ®
5	25 % NPK + <i>EcoMic</i> ® + Humus de lombriz
6	25 % NPK + <i>EcoMic</i> ® + compost
7	50 % NPK + Humus lombriz
8	50 % NPK + compost
9	Humus de lombriz ^{b**}
10	Compost ^{c**}
11	100% NPK

^{a*} biopreparado a partir de hongos micorrizogénos arbusculares del género *Glomus* (20 esporas por gramo de inoculante) procedente del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Patente No. 22641

^{b**} Humus elaborado a partir de residuos agrícolas

^{c**} Compost elaborado a partir de estiércol ovino y residuos agrícolas.

*Se recubrió la semilla

** Se aplicó antes de la plantación en el fondo del surco

Al momento de la plantación, en los tratamientos en los que se emplearon micorrizas, se recubrió la semilla con una mezcla de 0,125 kg de inóculo *EcoMic*[®] en 600 mL H₂O, 16 horas antes de la plantación.

El humus de lombriz y el compost de los tratamientos donde se utilizaron como fertilizante orgánico, se aplicó en el momento de la plantación, con una dosis de 0,5 kg planta⁻¹), la composición química de los mismos se aprecia en el (Anexo 11). El fertilizante químico se aplicó entre los 50 y 60 días después de la plantación, de la fórmula 9-13-17, en bandas tapado a una dosis de 1,2 t ha⁻¹ y de Urea (46-0-0) en la malanga *Colocasia* a los 90 días a una dosis de 0,2 t ha⁻¹, según lo descrito en el Instructivo Técnico (MINAG, 2008) (Anexo 11).

Al momento de la cosecha se realizaron evaluaciones similares a las descritas en el acápite 3.3.1.

- Incidencia de las pudriciones secas (%).
- Intensidad de los daños (%).

3.3.4.1. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga

- Rendimiento comercial (t ha⁻¹). Rizomas primarios y secundarios con peso mayor de 100 g.
- Análisis microbiológico del suelo: Se empleó el método de conteo en placas mediante diluciones seriadas (Mayea *et al.*, 1983):
 - Bacterias: Agar glicerina Peptona. Dilución 1x10⁻⁷ (UFC/mL)
 - Hongos: Agar Rosa de Bengala. Dilución 1x10⁻⁵ (UFC/mL)

- Actinomicetos: Agar Almidón amoniacal. Dilución 1×10^{-5} (UFC/mL)

El análisis estadístico de los datos relacionados con el porcentaje de incidencia en la cosecha se realizó cada año por separado. La incidencia, intensidad de los daños y el rendimiento se analizaron mediante la prueba paramétrica de *Tukey*.

3.3.5. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga

El presente experimento tuvo como objetivo determinar el efecto de la norma parcial de riego sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga. El material de plantación, marco de plantación, número de réplicas, tamaño de las parcelas experimentales y los clones empleados en este experimento para ambos géneros, coinciden con el experimento descrito en el acápite 3.3.2. El riego se aplicó hasta los 20 días antes de la cosecha, con un intervalo de siete días para la malanga *Colocasia* y de nueve días para la malanga *Xanthosoma*. Los tratamientos empleados se relacionan en la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos establecidos según norma de riego para la malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*).

Tratamientos	Norma de riego por género	
	<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
1	Control. Riego solo para la brotación ($150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	Control. Riego solo para la brotación ($150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
2	Riego con una norma parcial de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	Riego con una norma parcial de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
3	Riego con una norma parcial de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	Riego con una norma parcial de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$
4	Riego con una norma parcial de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$	Riego con una norma parcial de $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$

La cosecha se realizó a los 12 meses de efectuada la plantación para ambos géneros y se realizaron las evaluaciones siguientes:

En el momento de la cosecha se determinaron la incidencia, la intensidad de los daños y rendimiento comercial; del mismo modo que las evaluaciones descritas en el acápite 3.3.1.

Los resultados experimentales fueron sometidos a análisis de varianza según el diseño estadístico empleado. En los casos en que existieron diferencias significativas entre las medias de tratamientos, se utilizó como criterio discriminante la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey y Dunnett´C.

3.4. Establecimiento de un programa de manejo agrotécnico de las pudriciones secas

A partir de los resultados experimentales obtenidos se propuso un programa de manejo agrotécnico de la malanga, basado fundamentalmente en el empleo de prácticas culturales y el manejo clonal, con vistas a disminuir la incidencia de las pudriciones secas en el cultivo.

3.4.1. Efecto de diferentes métodos de manejo agrotécnico de las pudriciones secas

Para determinar el efecto del manejo agrotécnico del cultivo, sobre las pudriciones secas se ejecutó el presente experimento. Se diseñó un programa de manejo a partir de la integración de los resultados obtenidos en el estudio de la influencia de las labores agrotécnicas sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga. Se plantó en un área de 0,3 ha en el INIVIT durante los años 2012-2013, y se comparó con un tratamiento control, para el cual se tomó como base la tecnología

de producción para el cultivo de la malanga empleada en la región occidental del país y aprobada por la Delegación provincial del MINAG en las provincias de Artemisa y Mayabeque.

En el momento de la cosecha y poscosecha se determinaron la incidencia, el grado de severidad o intensidad de los daños y el rendimiento comercial, de igual forma que las evaluaciones descritas en el acápite 3.3.1.

Los resultados experimentales fueron sometidos a análisis de varianza según el diseño estadístico empleado. En los casos en que existieron diferencias significativas entre las medias de tratamientos, se utilizó como criterio discriminante la Prueba T de Student.

3.4.2. Evaluación de la efectividad económica de los resultados

La evaluación económica de las diferentes variantes propuestas se realizó a escala experimental en las condiciones del INIVIT, coincidiendo con los períodos en que se realizaron los trabajos experimentales. Con este objetivo se utilizó el método del Presupuesto Parcial, el que indica que no se incluyen todos los costos de producción, sino solo los que son afectados por los tratamientos alternativos considerados (CIMMYT, 1988). La base de datos empleada para la realización de los cálculos aparece en el Anexo 13. Para determinar la efectividad económica, se empleó la metodología propuesta por Maza *et al.* (2007):

$$E = G_n - G_b$$

$$E = (V_{pn} - C_{pn}) - (V_{pb} - C_{pb})$$

Donde:

E = Efectividad Económica

Gn = Ganancia bruta de la variante nueva (Programa de Manejo Agrotécnico)

Gb = Ganancia bruta de la variante base (Control)

Vpn = Valor de la producción de la variante nueva

Vpb = Valor de la producción de la variante base

Cpn = Costos de producción de la variante nueva

Cpb = Costos de producción de la variante base

Se tuvieron en cuenta los resultados del experimento obtenidos en el año 2012, relacionados con el indicador Rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en diferentes tratamientos. Se calcularon los costos variables de cada uno de ellos para elegir el de menor cuantía y establecer una comparación o evaluación de la efectividad económica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Identificación y alcance del problema

Se determinó el alcance de la incidencia de las pudriciones secas en las principales áreas del país donde se planta la malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*), teniendo en cuenta la procedencia del material de propagación, el manejo del riego, la época de plantación, el momento en que se realiza la cosecha, el tipo de suelo y la tecnología de producción. Los aspectos relacionados con la tecnología de cultivo reflejaron que en todo el país los clones más extendidos son tres pertenecientes al género *Xanthosoma* spp., y dos pertenecientes a *Colocasia esculenta* Schott (Figura 1).

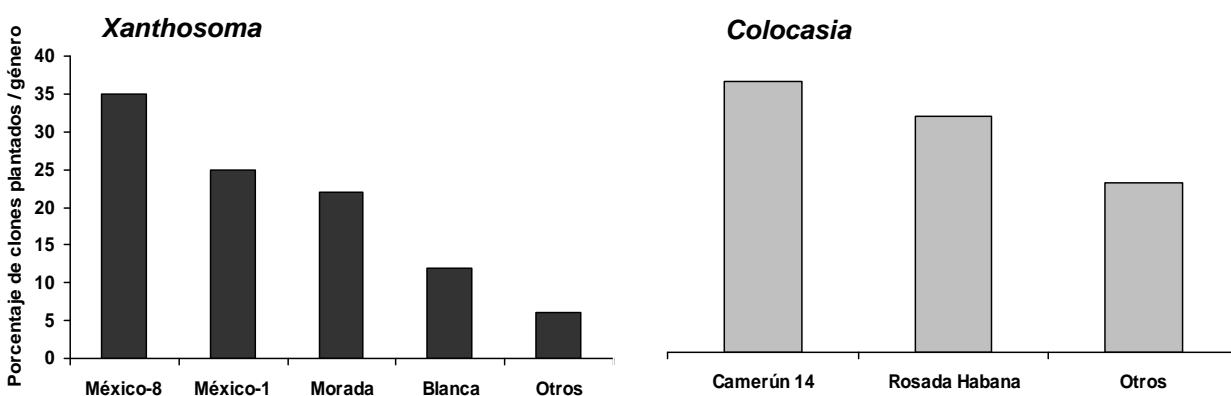


Figura 1. Clones de malanga *Xanthosoma* y *Colocasia* más extendidos en el país, según productores encuestados.

En las 14 provincias se encontró que el material de plantación más utilizado fue los rizomas primarios y secundarios procedentes de campos de producción (Figura 2). Del total de las provincias donde se realizó la encuesta, en cinco de ellas que representan el 35,71 %, el 100 % de los productores utiliza este tipo de material de plantación. En las restantes nueve provincias (64,28 %) emplean, para la plantación, material procedente de

campos de producción y material de propagación certificado. Este último en menor cuantía con porcentajes que varían entre 3,2 y 12,6 % (Figura 2). El 90 % de los productores obtiene su propio material de propagación y la procedencia es de campos en producción en 92 %, que venden de productor a productor, sin previa certificación y sin verificar las condiciones sanitarias del campo.

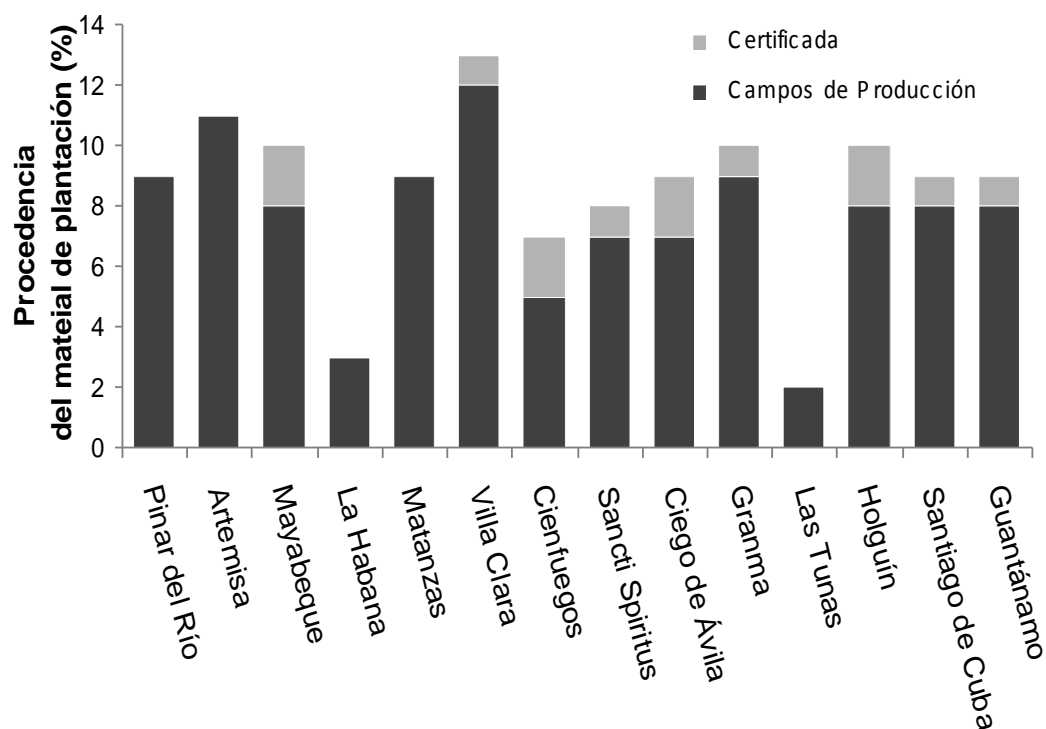
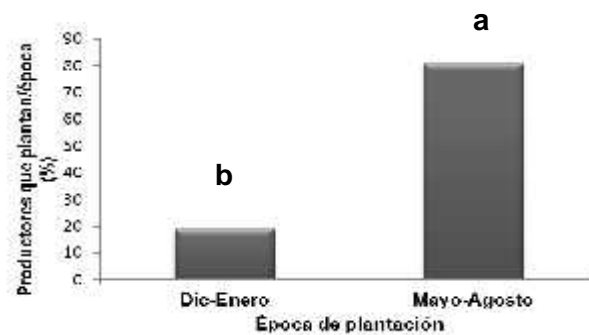


Figura 2. Procedencia del material de plantación por provincias, según encuesta realizada.

En relación con la rotación de cultivo el 30 % de los productores encuestados no lo realiza y planta malanga sobre malanga. Se observó en el 85 % de las áreas evaluadas restos de rizomas primarios, rizomas secundarios y plantas que brotaron espontáneamente de los restos de cosechas, lo que sugiere un deficiente manejo de dicha labor. En este sentido, Castillo y Castillo (2004), Amayama (2006) y Sequeiro y Silva (2010), señalaron que el material vegetativo de propagación, especialmente los rizomas primarios tomados de suelos infectados, pueden transferir los hongos patógenos que causan enfermedades en

las nuevas plantaciones. Además, los residuos de cosecha pueden permanecer durante largo tiempo en el suelo; adicionalmente, quedan algunos rizomas primarios y secundarios sin cosechar de los que emergen plantas. Ambos tipos de residuos son una fuente de inóculo primario o secundario de los agentes patógenos que producen pudriciones.

Se determinó que los productores (80,8 %) realizan la plantación en los meses con alta probabilidad de lluvias (mayo-agosto) (Figura 3) con diferencias significativas respecto al número de productores que lo realizan en los meses de diciembre-enero tanto en *Xanthosoma* como en *Colocasia* (Figura 3). Lo anterior puede estar en correspondencia con la poca disponibilidad de riego para el desarrollo del cultivo, al tener en cuenta las exigencias hídricas de la planta para la obtención de rendimientos altos y estables, pues solo el 38,8 % posee riego en sus plantaciones (Tabla 5).



*Letras desiguales sobre barras indican diferencias entre las medias por prueba no paramétrica de Kruskal Wallis/ Mann Whitney

Figura 3. Época de plantación del cultivo empleada por los productores encuestados.

En relación con el momento de la cosecha el 50,80% de los encuestados realizó la misma después de los 12 meses de cultivo en malanga *Xanthosoma*, pues existe la tendencia entre los productores de que al alargar el ciclo vegetativo del cultivo se incrementan los rendimientos. Mientras que en la malanga *Colocasia* el mayor porcentaje de los productores, realizaron la cosecha entre los 10-12 meses (Tabla 5).

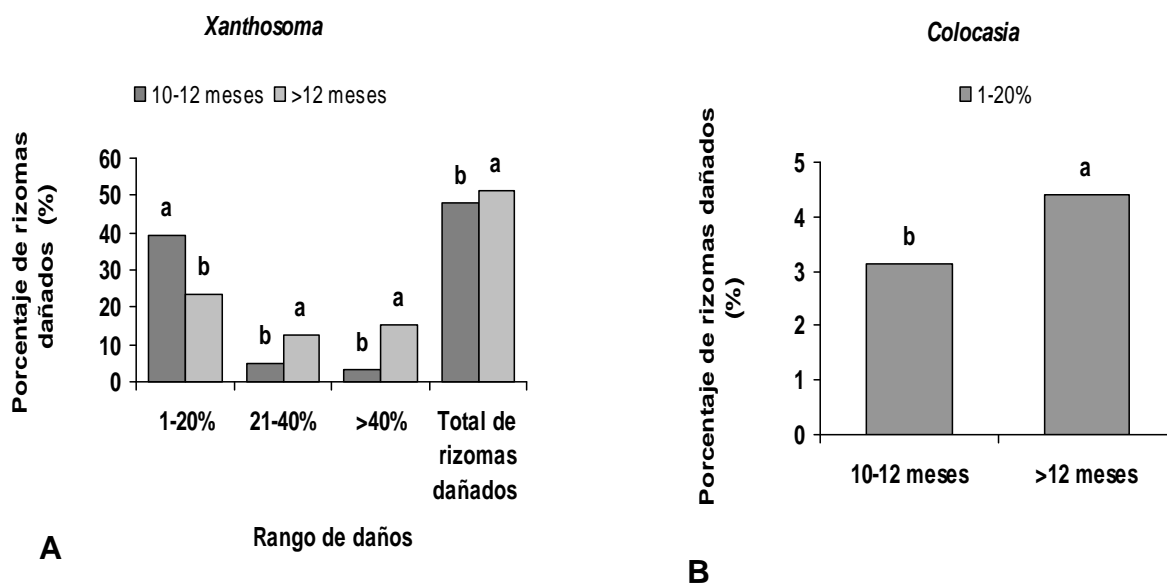
Tabla 5. Resultados de la encuesta en relación con la tecnología de producción de malanga (Preguntas 5 y 6)

Tecnología de producción				
Empleo de Riego	% de productores	Momento de cosecha	Total de productores (%)	
			<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
Sí	38,80	> 12 meses	50,80	43,25
No	61,20	10 – 12 meses	49,2	56,75

Los daños en los rizomas fueron reconocidos por productores de 114 municipios, lo que representó un 95,79 % del total encuestado. Dicho problema antes del año 2000 lo reconoce el 4,20 %, entre 2000 y 2005, el 15,13 %, y lo registra justamente en el período a partir del año 2005, el 68,07 %; precisamente este es el período donde comenzaron a describirse con mayor intensidad las afectaciones en los rizomas en todo el país. El 12,60 % de los encuestados no conocía cuándo estos daños fueron detectados por primera vez en sus plantaciones. Es significativo resaltar que el 28,35 % de los productores, observaron que más del 60,0 % del área total, que destinaron a la producción de malanga manifestó plantas con síntomas. El 58,82 % de los municipios presentaron al momento de la cosecha, entre 1-20 % de los rizomas dañados. Los rangos entre 21-40 % y más del 40 % de rizomas con daños, se reflejaron en 43 municipios, y sólo seis del total encuestado, manifestaron no tener conocimiento sobre la magnitud de los daños en sus plantaciones. Para la malanga *Colocasia* en todos los municipios encuestados, el daño no fue superior al 4,34 % (Anexo 3).

Al analizar el porcentaje de rizomas con pudriciones se determinó que los mayores valores se registraron cuando la cosecha se realizó después de los 12 meses de plantada la malanga con diferencias significativas respecto al porcentaje de rizomas dañados entre los

10 y 12 meses (Figura 4A). En el total de rizomas dañados predominó el rango de daño entre 10-21% tanto para una época como para la otra. Sin embargo, en los restantes rangos de daños (21-40 y más de 40%) se alcanzaron valores superiores de pudriciones en los rizomas cosechados después de los 12 meses (Figura 4B).



*Letras desiguales sobre barras indican diferencias entre las medias por prueba no paramétrica de Kruskal Wallis/ Mann Whitney

Figura 4. Porcentaje de rizomas afectados por género según el momento de la cosecha. A) *Xanthosoma*, B) *Colocasia*.

La época de primavera (marzo-agosto) fue señalada por el 57,43 % de los encuestados como el período en que las pudriciones secas causaron los mayores daños y se informaron como clones más afectados ‘México-8’ (46,65 %), ‘Morada’ (52,74 %), ‘Blanca criolla’ (47,32 %) además del clon ‘Amarilla’ (66,51 %). Es importante señalar que los clones con mayores daños se plantaron en la mayoría de las áreas dedicadas al cultivo en el país, lo cual coincide con lo señalado por los productores encuestados. Los daños en los rizomas se apreciaron en diferentes tipos de suelo: el 46,55 % de los encuestados los refirió en suelos Ferralíticos Rojos; el 45,27 % en suelos Pardos Mullidos Carbonatados, el

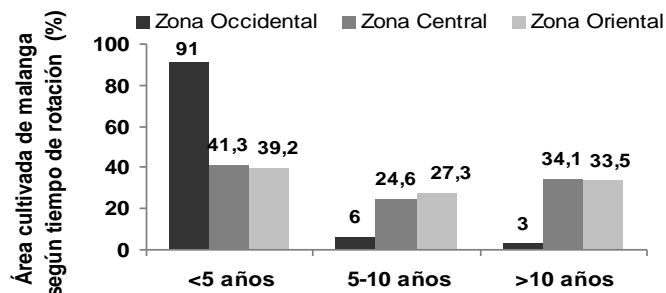
4,17 % en suelos Aluviales y el 4,01 % en suelos Arenosos u otros tipos de suelo (Anexo 3).

Se logró determinar que la mayoría de los encuestados no conocen o no tienen idea de los agentes causales de las pudriciones secas. Lo anterior justifica la importancia del diseño de un programa de capacitación dirigido a satisfacer las necesidades de aprendizaje identificadas entre los productores, lo que garantizará el cumplimiento de lo postulado en la Ley de la Utilidad de la Capacitación, que plantea que los conocimientos aprendidos y las capacidades desarrolladas son mejor recordados y consolidados si están asociados a la actividad que desarrolla el individuo (Rodríguez *et al.*, 1990). En segundo lugar, un porcentaje elevado de productores en los municipios le atribuyó el daño a diferentes agentes causales tales como: nematodos, ácaros, larvas del suelo (sin especificar géneros o especies). En orden de importancia, le confieren a los nematodos los mayores daños, seguido de los ácaros y por último las larvas del suelo. Se determinó, que el 25,21 % de los municipios (representado por 150 productores) reconoció a hongos del suelo como responsables de los daños en los rizomas al momento de la cosecha (Tabla 6).

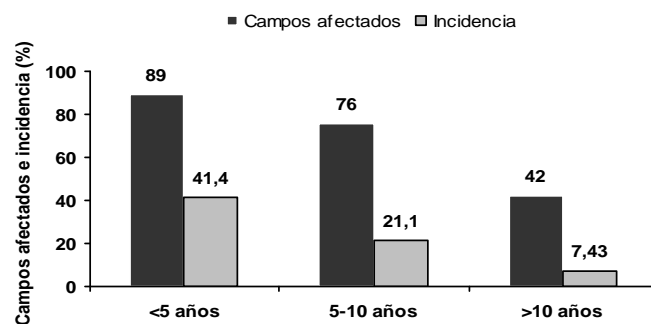
Tabla 6. Agentes causales a los que se les atribuye el daño en los municipios encuestados.

Agentes causales	Total de Municipios	Porcentaje (%)
Hongos del suelo	30	25,21
Nematodos	16	13,46
Ácaros	15	12,60
Larvas del suelo	9	7,53
No conocen	49	41,20
Total	119	100

El 91 % de las áreas de malanga en la zona occidental se estableció en un período de rotación corto (< 5 años), en la zona central el 41,3 % de las áreas y en la zona oriental el 39,2 %. En proporción las áreas establecidas entre 5 y 10 años son mayores en la zona oriental (27,3%); 24,6 % en la zona central y 6,0 % en la occidental. El área establecida en un tiempo largo (>10 años) en la zona central es relativamente mayor (34,1 %) que en la zona oriental (33,5 %), mientras que en la zona occidental fue de 3,0 %. Del total de las plantaciones establecidas con un período de rotación menor de cinco años se infectó el 89 %, comparadas con el 76 % de las áreas que presentaron un período de rotación de 5 a 10 años y con el 42 % de las plantaciones con 10 ó más años de rotación. La incidencia de la enfermedad fue mayor (41,2 %) en las plantaciones donde la rotación se estableció en un tiempo menor de cinco años y fue menor (7,43 %) en las plantaciones establecidas cada 10 años o más (Figura 5A y B).



A



B

Figura 5. (A) Distribución de las plantaciones de malanga por zona geográfica, (B) incidencia y frecuencia de campos afectados por las pudriciones según el período de rotación.

La incidencia de las pudriciones secas en las áreas donde se establecieron las plantaciones en un período de tiempo menor de cinco años, fue menor en la zona oriental (26,0 %), alta (42,0 %) en el centro y más alta (51,3 %) en la zona occidental. Con un tiempo de rotación de las plantaciones de 5 a 10 años fue mucho mayor la incidencia de las pudriciones secas de los rizomas en la zona occidental (23,8 %) que en la zona central (18,7 %) y oriental (12,2 %). Al establecer un período entre una plantación y otra de malanga de 10 años o más, la media de la incidencia de las pudriciones secas fue más alta en la zona central (8,4 %), que en las zonas occidental y oriental (4,6 % y 3,4 %, respectivamente) (Figura 6). La incidencia de las pudriciones se redujo significativamente a medida que se incrementó el tiempo entre una plantación y otra de malanga, independientemente de las zonas estudiadas. Sobre esto, Amayama (2006) informó como resultado de sus investigaciones, que la incidencia de la pudrición de las raíces de la malanga se reduce significativamente con el aumento del tiempo de barbecho y el uso de suelo sin labrar. En terrenos severamente infectados no se debe cultivar por más de dos años consecutivos, al menos que este sea esterilizado periódicamente (Agrios, 1995).

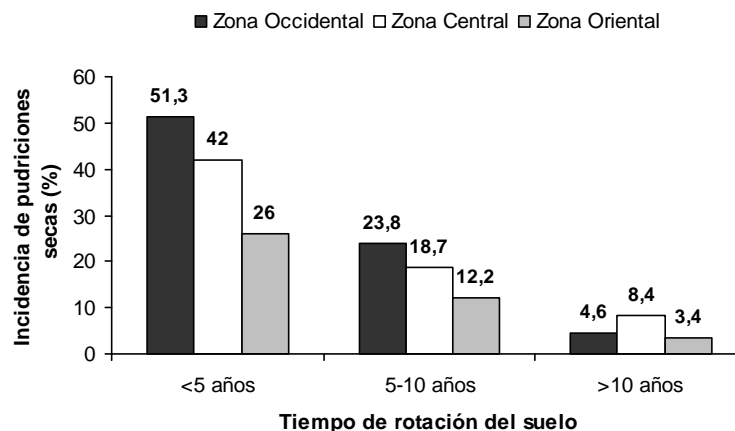


Figura 6. Influencia del período de rotación sobre la incidencia de las pudriciones secas en diferentes regiones del país.

Los suelos de las zonas tropicales húmedas pierden su productividad en pocos años de cultivo como consecuencia de la rápida disminución en el contenido de materia orgánica (Kyuma *et al.*, 1985; Sirch, 1991). Para regenerar la fertilidad del suelo, la mayoría de los agricultores de Camerún y Asia, dejan el suelo en barbecho durante tres años o más de 10, en dependencia de la disponibilidad de tierras y la presión demográfica (Tonyé *et al.*, 1987; Burgers *et al.*, 2005). La acumulación de materia orgánica en la capa superior del suelo como resultado del barbecho, afecta negativamente a la supervivencia de los microorganismos patógenos de la malanga (Müller-Samann y Ktschi, 1994; Anthofer y Kroschel, 2005; Steinbach y Alvarez, 2006). De hecho, cuanto mayor sea el período de barbecho, con el incremento de la materia orgánica, la incidencia de la enfermedad es menor (Sirch, 1991). Esto explica por qué la incidencia de la enfermedad fue mucho menor en las plantaciones de malanga donde fue más prolongado el barbecho.

En las zonas montañosas del país, la malanga se cultiva asociada con plátanos y bananos (*Musa spp.*), café (*Coffea arabica* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y frutales. Se manifestó que todos los encuestados fuera de la zona montañosa rotan la malanga fundamentalmente, con hortalizas, yuca (*Manihot esculenta* Crantz), maíz (*Zea mays* L.), frijol, papa (*Solanum tuberosum*) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). El 75 % de los productores no aplicó fertilizantes químicos y sólo el 11,33 % utilizó de forma sistemática, enmiendas orgánicas, y solo el 38,80 % tiene disponibilidad de riego (Anexo 3).

En el 54,3 % de las plantaciones establecidas donde no se empleó arado de discos para la preparación del suelo se observaron afectaciones. La proporción de las áreas infectadas fue mayor en los suelos donde se utilizó arado de discos (59,7 %), que en los suelos donde se utilizó tiller, arado de doble vertedera u otro implemento. La incidencia de las pudriciones secas de los rizomas fue mayor en las plantaciones donde se empleó el arado de discos (35,3 %) comparadas con el (14,16 %) de incidencia en las plantaciones donde

se utilizó tiller o arado de doble vertedera, para la preparación de los suelos. En el 87 % de las plantaciones en la región occidental se empleó durante la preparación de los suelos el arado de discos comparadas con el 55,6 % y 37,2 % de las plantaciones en la zona central y oriental (Figura 7A y B).

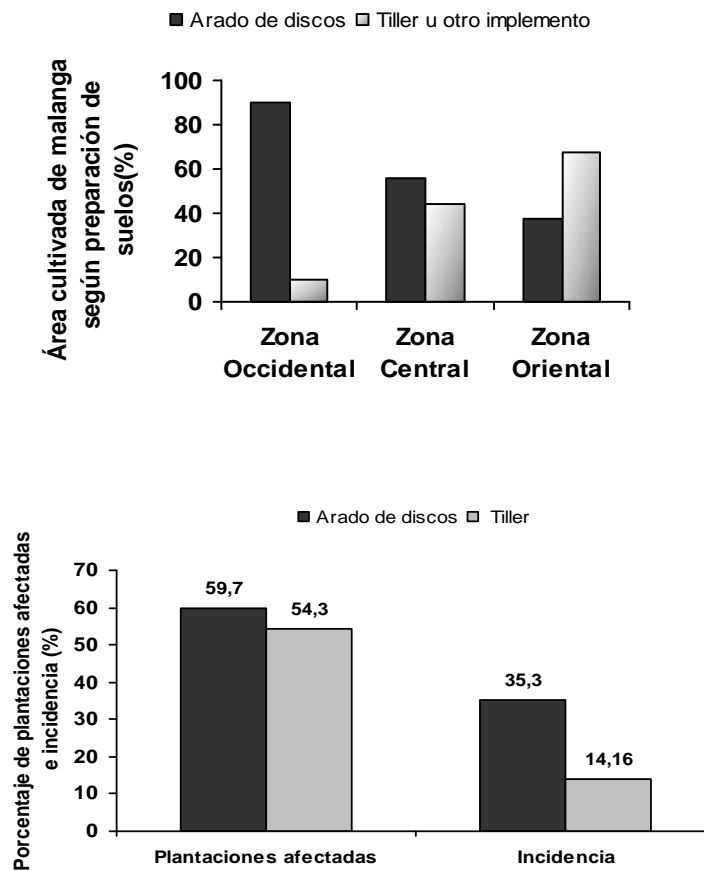


Figura 7. Área cultivada de malanga según preparación de suelo en las diferentes regiones (A). Porcentaje de plantaciones afectadas e incidencia por pudriciones secas de acuerdo con el tipo de preparación de suelos (B).

La preparación de los suelos influyó sobre los niveles de incidencia de las pudriciones secas de los rizomas. Los mayores valores en el porcentaje de incidencia se alcanzaron en la zona occidental del país, tanto con el empleo del arado de discos como con el tiller,

(Figura 8). Sin embargo, el uso del arado de discos por zonas del país produjo los mayores valores de incidencia de las pudriciones secas de los rizomas.

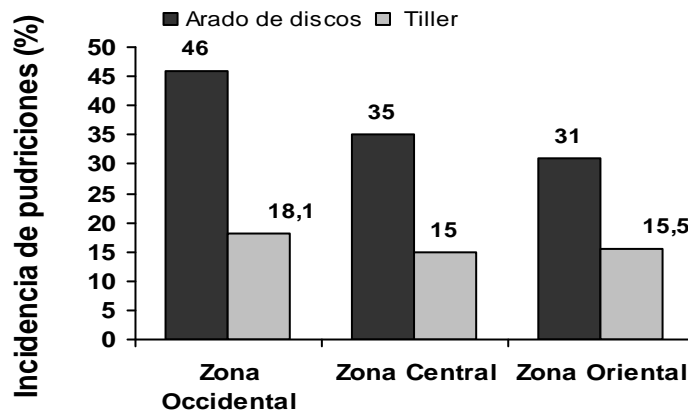


Figura. 8. Influencia de la preparación de suelos sobre la incidencia de las pudriciones secas de los rizomas en las diferentes regiones del país.

La actitud de los productores en relación con el empleo de las tácticas de manejo de las pudriciones secas, evidenció que el 74,74 % no aplica medidas para su control, o las desconocen, el 5,05 % realiza algunas medidas, aunque incorrectas, como por ejemplo el humedecimiento del material de plantación en los pilones, lo que incrementa la incidencia de las pudriciones. El mayor índice de aceptación se correspondió al control químico; el 10,10% aplica algún producto (fungicida o insecticida) al material de plantación o a las plantas. Del total de productores que realizaron tratamientos al material de plantación con productos químicos, el 65,0 % aplicó Dicofol 18,5 EC y el 35,0 % restante aplicó Mancozeb 80 PH y Oxiclورو de Cobre 50 PH. Un 7,07 % de los productores, aplicó el producto biológico *Trichoderma harzianum* Rifai y un 3,03 % utilizó un sistema de rotación de las áreas o el control cultural con el objetivo de disminuir la incidencia de la enfermedad (Anexo 3). Al indagar el porqué de la baja preferencia hacia la táctica del control biológico, el 14,28 % de los entrevistados declaró que es insuficiente la disponibilidad y el acceso a los productos biológicos para el control de plagas, un 56 % manifestó desconocimiento de

los controles biológicos a utilizar, 28,57 % argumentó insatisfacción con la eficacia en campo de los productos biológicos utilizados, y el 11,42 % de los entrevistados expuso que otras causas limitaban su utilización (Anexo 3).

Los resultados permitieron determinar el alcance de la incidencia de las pudriciones secas de los rizomas en las áreas donde se planta la malanga en Cuba. El material de plantación más utilizado en el país fue el procedente de campos de producción, dicho material se plantó fundamentalmente en la época de mayores precipitaciones (mayo-agosto), lo cual se correspondió con que la mayoría de los productores no poseían riego. Por otro lado, el momento de cosecha incidió en el incremento de las pudriciones, por lo que las cosechas tardías produjeron las mayores afectaciones en los rizomas. Lo anterior, unido al desconocimiento de los agentes causales de las pudriciones, contribuye al deficiente manejo del cultivo en el país. Se concluye que el origen del material de plantación y su manejo, resultó ser una de las causas principales del incremento de la incidencia de las pudriciones secas de los rizomas en Cuba.

4.1.1 Incidencia de las pudriciones secas en malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*) en diferentes regiones de Cuba

La zona occidental fue la de mayor incidencia de las pudriciones secas en la malanga *Xanthosoma*, en segundo orden la zona central y la más baja se encontró en la región oriental (20,06 %), mientras que los valores más elevados de incidencia e intensidad de daños en la malanga *Colocasia* se informaron en la zona oriental con (4,34 %), seguido de la región central (4,29 %) y la menor incidencia se registró en la región occidental con (4,15%) (Tabla 7). Se apreció que la incidencia de las pudriciones secas como media nacional fue mayor en la malanga *Xanthosoma* (23,61 %), y menor en la malanga

Colocasia (4,24 %). El agricultor percibe el problema y reconoce su importancia, justamente al conocer que el producto cosechado pierde valor comercial y en un alto porcentaje de las veces se pierde más del 40 % de la producción, lo que concuerda con lo expuesto por Herrera (2004) y Folgueras (2010), quienes señalan que, al coincidir la evaluación técnica con la percepción de los agricultores, se procede a los estudios básicos del problema.

Tabla 7. Porcentaje de incidencia de las pudriciones secas por regiones.

Región	% de Incidencia	Intensidad de daños	% de Incidencia	Intensidad de daños
	<i>Xanthosoma</i>		<i>Colocasia</i>	
Occidental	26,90 a	25,95 a	4,15 b	4,98 b
Central	23,87 ab	21,37 b	4,29 ab	5,37 ab
Oriental	20,06 b	16,94 c	4,34 a	5,92 a
ES	± 0,81	± 0,88	± 0,03	± 0,13

Entre los municipios que presentaron el mayor porcentaje de rizomas afectados en la cosecha se encuentran, en Pinar del Río: La Palma y Viñales con una afectación del 62 y 48 % de los rizomas y el 71 y el 65% del área total, respectivamente. Los municipios de Artemisa y San Antonio en la provincia de Artemisa, alcanzaron el 61,18 y 54,3% de afectaciones y el 61 y el 67% del área total afectada; en Mayabeque, los municipios de Nueva Paz y Quivicán, con el 75,28 y 48,32 % de rizomas afectados y el 86 y el 66 % del área total afectada y en Ciego de Ávila el municipio Primero de Enero con 63,21 % de rizomas afectados y 68 % del área total afectada (Anexo 6).

4.1.1.2. Relación entre las características químicas de los suelos en diferentes regiones de Cuba con la incidencia de pudriciones secas.

La infección de la planta por hongos del suelo está influenciada por la humedad, la

temperatura, el nivel de inóculo, la luz y las propiedades del suelo (Hendrix *et al.*, 1973; Schmidt *et al.*, 2004). El desarrollo de las pudriciones secas según la evaluación de la incidencia de la enfermedad difirió consistentemente entre las regiones y los dos tipos de suelos (Tablas 8 y 9). Las plantas de malanga en suelos pardos fueron significativamente menos infectadas comparadas con las plantas de suelos ferralíticos, lo que indica que ambos tipos de suelos interactúan de manera diferente con los patógenos de la malanga. El contenido de materia orgánica (MO), Ca, Mg y la suma de cationes fueron mayores en suelos pardos que en suelos ferralíticos. Estas variables correlacionaron negativamente con la incidencia de la enfermedad.

En la correlación de las variables del suelo, el mayor porcentaje está negativamente asociado con la incidencia del síndrome de las pudriciones de la malanga tales como Ca, Mg, suma de cationes, las que están positivamente asociadas con el contenido de materia orgánica (Anexo 7). Otros autores como Amayama (2006) señalaron el alto porcentaje de arena y de arcilla correlacionaron negativamente con el carbón orgánico y son factores del suelo que estimulan la severidad de la pudrición de las raíces de la malanga. Estos resultados indican que la materia orgánica del suelo es el factor clave que determina la supresividad de los pardos a algunas especies de hongos.

Según se aprecia los suelos que presentaron menor incidencia de pudriciones secas fueron más fértiles. Las plantas se desarrollan más rápidamente en suelos fértiles, y esto puede permitirle escapar de algunas enfermedades del suelo (Agrios, 2005). Tal mecanismo es probable que contribuya a la reducción de la severidad de la enfermedad de las pudriciones secas en suelos pardos.

4.2. Etiología de las pudriciones secas de la malanga

En el género *Xanthosoma* se analizó un total de 101 muestras de las que el 57,1 % procedía, principalmente, de suelos Ferralíticos Rojos y Ferralíticos Cuarsíticos, amarillo, rojizo lixiviado y el 42,8 % de suelos Pardos. En el género *Colocasia* se analizó un total de 70 muestras, de las que el 70,0 % provenían de suelos Ferralíticos Rojos y Ferralíticos Cuarsíticos, amarillo, rojizo lixiviado y el 30,0 % de suelos Pardos con y sin carbonatos. A continuación, se describen los caracteres principales de los hongos aislados asociados al síndrome de las pudriciones secas en la malanga. Los hongos fitopatógenos encontrados en las plantaciones de malanga *Xanthosoma* y *Colocasia* fueron *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Rhizoctonia* spp. y *Sclerotium rolfsii* Sacc. Varios autores han descrito a estos microorganismos como una de las causas de la disminución de la producción de este cultivo (Herrera, 2004; Folgueras y Herrera, 2006)

Se obtuvieron aislados monospóricos de *F. oxysporum* (Figura 9 a y b): Las colonias en las placas mostraron un micelio aéreo abundante, afelpado, blanquecino y con tintes violáceos o purpúreos. Los microconidios tenían de 1-2 células cilíndricas o elipsoidales, son rectos, ligeramente curvados o reniformes. Los macroconidios son falcados, moderadamente curvados, con células apicales en forma de gancho con predominio de tres septas, algunas de 3-4 septos, raramente de 7-8. Estas características se corresponden con las descritas por Holiday (1980); Johnston y Booth (1983); Herrera y Mayea (1994); Castañeda (2001) y Leslie y Summerell (2006).

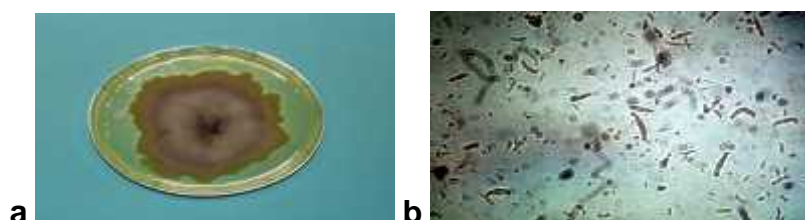


Figura 9. *F. oxysporum* (a) colonia, (b) macroconidios y microconidios

De las plantas que presentaban pudrición en las raíces y en los rizomas se aisló e identificó a *Rhizoctonia* spp. (Figura. 10 a y b).



Figura 10. *Rhizoctonia* spp. (a) colonia, (b) hifas

A partir de plantas de malanga que mostraban síntomas de marchitez en el campo se observó la presencia de hifas blancas sobre la base del tallo, así como esclerocios en el suelo cercano a la planta. Se aisló *S. rolfsii* (Figura 11 a y b). Dichas características se corresponden con lo descrito por Holiday (1980); Johnston y Booth (1983); Herrera y Mayea, (1994) y Leiva-Mora *et al.* (2005).

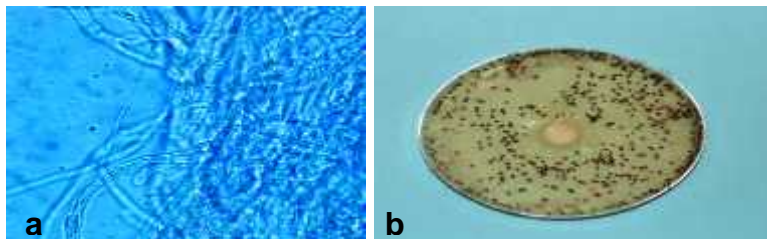
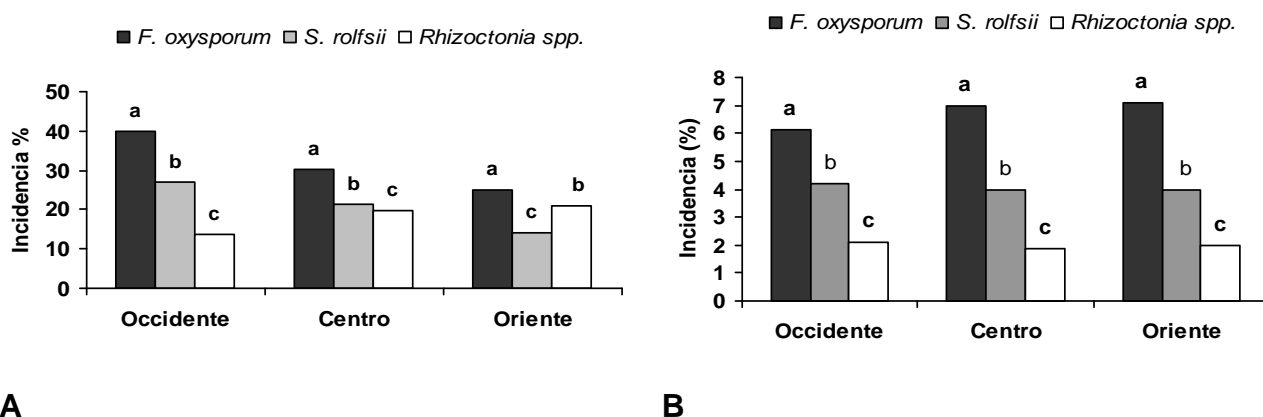


Figura 11. *S.rolfsii* (a) hifas, (b) esclerocios

Las muestras tomadas indicaron que los hongos identificados aparecieron en cada una de las regiones evaluadas. En malanga *Xanthosoma*, *F. oxysporum* fue el de mayor incidencia en las tres regiones (40,1 %; 30,40 % y 25,20 %), seguido en las regiones occidental y central por el hongo *S. rolfsii* con 27,0 % y 21,4 % de incidencia, respectivamente, en la región oriental *Rhizoctonia* spp. con 21,0 % fue el patógeno de mayor incidencia después de *F. oxysporum*. En malanga *Colocasia*: *F. oxysporum* y *S. rolfsii* fueron las especies más frecuentes y de mayor incidencia en las tres regiones evaluadas (Figura 12A y B). Los análisis de ANOVA indicaron que la especie fitopatógena

influyó significativamente en la incidencia de las pudriciones causadas por hongos del suelo. Estudios previos realizados por Nerey *et al.* (2009) en el cultivo del frijol, revelaron que cuando *S. rolfsii* y *Rhizoctonia* spp. están presentes en el suelo a temperaturas superiores a 22 °C, *S. rolfsii* es el principal agente causal de la pudrición de las raíces y tallos, mientras que *Rhizoctonia* spp. es un coinvasor cuya capacidad competitiva es significativamente afectada. Resultados similares fueron obtenidos por Díaz (2010), el que describió a *S. rolfsii* como uno de los principales agentes causales de las pudriciones del frijol en suelos ferralíticos. Mayea (1985) y Oxley y Burnett (2009) informaron a varias especies de *Fusarium* como los agentes causales de las pudriciones secas durante el almacenamiento de la papa; los que mayor incidencia mostraron fueron, *F. sulphureum*, *F. solani* y *F. oxysporum*, además de las especies *S. rolfsii* y *Phoma exigua* var. *exigua*.



* Barras con letras diferentes indican medias con diferencias significativas para $p < 0,05$ según prueba de Tukey

Figura 12. Incidencia de los hongos asociados a las pudriciones en las regiones evaluadas. **A.** *Xanthosoma*, **B.** *Colocasia*

4.2.1 Pruebas de patogenicidad de los organismos aislados

Los resultados indicaron que a partir de los diferentes aislados fue posible reproducir los síntomas de los principales agentes causales de las pudriciones secas, los cuales

produjeron lesiones secas, semisecas y semihúmedas en los rizomas. En el género *Xanthosoma* se producen los siguientes síntomas (Figura 13):

Fusarium oxysporum: Pudrición en el centro, seca y corchosa, de color pardo oscuro con bordes claros (A).

Sclerotium rolfsii: Pudrición semiseca o semihúmeda, tejido de color blanquecino, blando con bordes oscuros (B).

Rhizoctonia spp.: Pudrición seca, corchosa, tejido pardo con bandas más oscuras, seco, corchoso (C).



A. Pudrición seca y corchosa de color pardo



B. Pudrición semiseca o semihúmeda.



C. Pudrición seca, extensa, corchosa.

Figura 13. A – C. Síntomas de pudriciones secas en malanga del género *Xanthosoma*.

En el caso del género *Colocasia* se describieron 3 tipos de síntomas (Figura 14):



A. Pudrición típicamente seca quedando solamente la piel o cáscara



B. Lesiones pardo-violáceas, blanda con borde amarillento.



C. Lesión seca, pardo clara, con bordes claros

Figura 14. A – C. Síntomas de pudriciones secas en malanga del género *Colocasia*.

Fusarium oxysporum: Pudrición típicamente seca, con destrucción o vaciado del contenido del rizoma, del que queda solamente la piel o cáscara (A).

Sclerotium rolfsii: Pudrición blanda de color amarillento en los bordes y pardo-violácea en el centro (B).

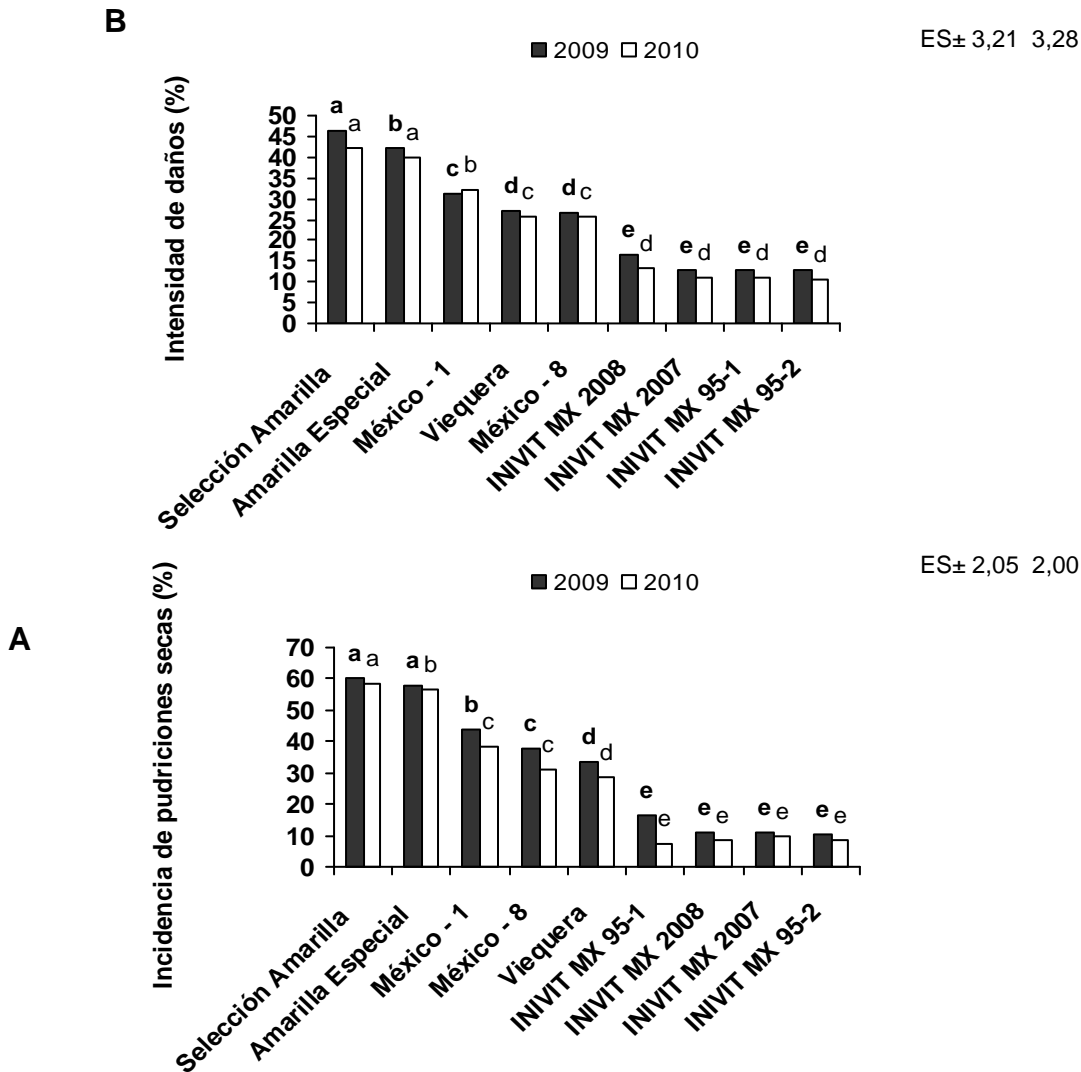
Rhizoctonia spp.: Lesión seca, pardo clara con bordes pardos claros (C).

4.3. Efecto de las labores agrotécnicas sobre las pudriciones secas

4.3.1. Incidencia de las pudriciones secas en clones de malanga

Independientemente de las condiciones climáticas, las labores agrotécnicas empleadas y las características del suelo, no se observaron de forma general diferencias entre los valores de incidencia e intensidad de los daños por pudriciones secas. Los clones 'INIVIT MX 95-1', 'INIVIT MX 95-2', 'INIVIT MX-2007' e 'INIVIT MX-2008' mostraron los menores valores de incidencia de pudriciones secas de los rizomas (no llegó al 9 %) en los dos años, al igual que la intensidad de los daños sin diferencias significativas entre ellos y con diferencias con el resto de los clones evaluados, según la escala empleada para evaluar la intensidad la afectación fue catalogada de media. Los clones pertenecientes al grupo amarillo, 'Amarilla Especial' con (58,05 y 53,10 %) y 'Selección Amarilla' (60,20 y 58,70 %) mostraron los valores más elevados de incidencia e intensidad de los daños, la cual se puede catalogar como alta según la escala empleada, mientras que los clones 'México 1', 'México 8', pertenecientes al grupo morado y 'Viequera' perteneciente al grupo blanco, mostraron valores intermedios de incidencia e intensidad de daños (Figura 15A y B). Los clones de malanga *Xanthosoma* pertenecientes al grupo morado presentaron, en los ensayos de campo, porcentajes de incidencia inferiores a los clones pertenecientes a los grupos blanco y amarillo, mostrando estos últimos los valores más altos de incidencia e intensidad de daños. La menor incidencia e intensidad de daños por pudriciones secas se le atribuye a un contenido más elevado de Cu, Fe, Mn, K, Ca y Mg en los cormos y cormelos de los clones del grupo morado, además de su alto contenido de oxalato de

calcio en los cormos (López *et al.*, 1995), comparados con los clones de los grupos blanco y amarillo.

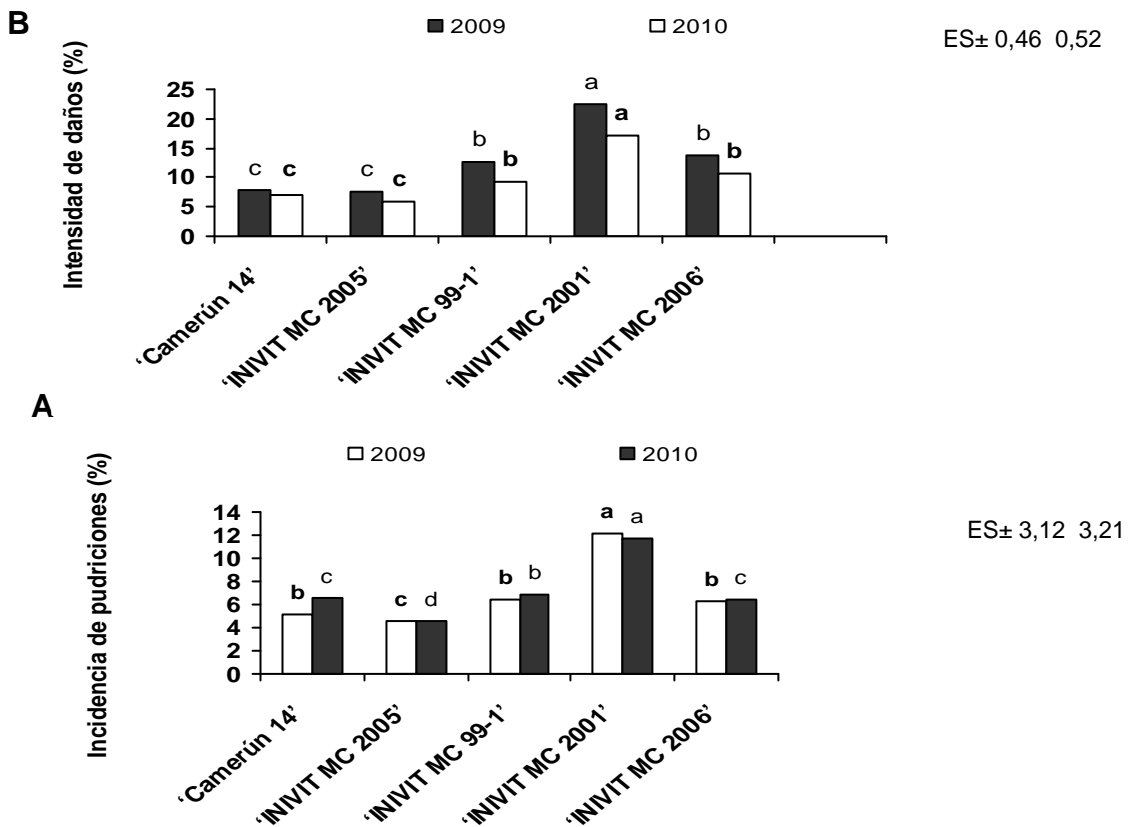


* Letras diferentes para un mismo año indican medias con diferencias significativas para $p < 0,05$ según prueba de *Tukey*

Figura. 15. Respuesta de clones de malanga *Xanthosoma* en el momento de la cosecha a las pudriciones secas. (A) Incidencia, (B) intensidad de los daños.

En el malanga género *Colocasia*, el clon 'INIVIT MC-2001' presentó la más alta incidencia de las pudriciones secas en los rizomas en los dos años de estudio (12,15 % en 2009 y 11,69 % en 2010), con diferencias significativas con el clon 'INIVIT MC-2005' (4,56 % en 2009 y 4,53 % en 2010) que presentó los valores de incidencia más bajos en ambos años y mostró diferencias con el resto de los clones evaluados. Según la escala utilizada para

medir la intensidad de los daños, los clones 'INIVIT MC-2005' y 'Camerún 14' fueron los menos afectados en los dos años, fue bajo el porcentaje de intensidad sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas con los clones 'INIVIT MC-99-1', 'INIVIT MC-2006' y con el clon 'INIVIT MC-2001', este último mostró el valor más elevado de intensidad de los daños (22,56 % en 2009 y 17,36 % en 2010) y presentó según la escala utilizada una intensidad media (Figura 16A y B).



*Medias con letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según d'écima de Tukey

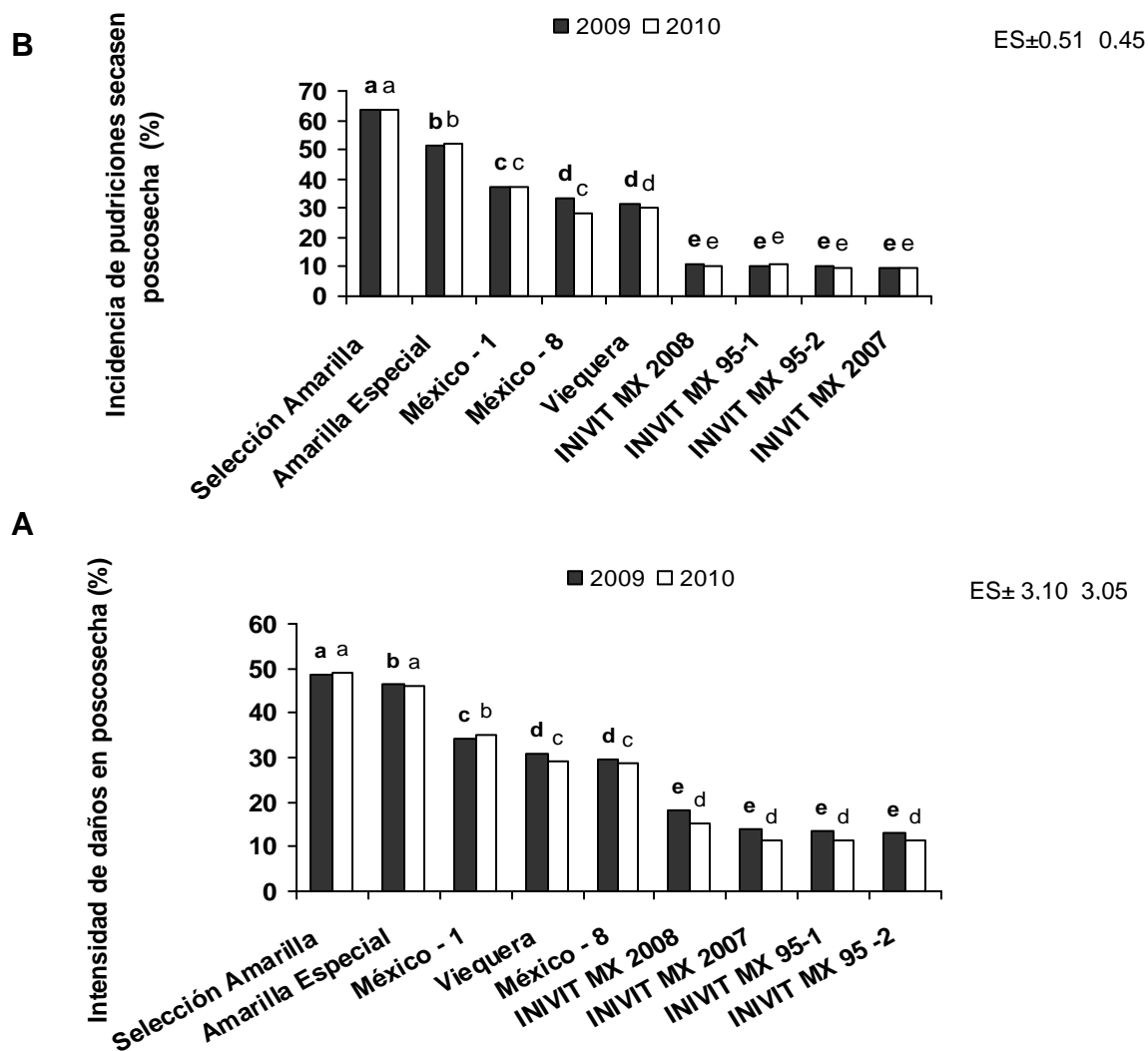
Figura 16. Respuesta de clones de malanga *Colocasia* en el momento de la cosecha a las pudriciones secas. (A) Incidencia, (B) intensidad de los daños.

La menor incidencia e intensidad de daños de los clones 'INIVIT MC 2005' y 'Camerún 14' se le atribuye en primer lugar a su mayor contenido de macro y microelementos en cormos y cormelos (P, Cu, Fe, Zn, Mn, Na, K, Ca y Mg) (Anexo 9). Además, algunos autores

señalaron el grosor de la cutícula de los cormos del clon 'Camerún 14' como uno de los aspectos más importantes al evaluar su resistencia a ácaros (Castellón *et al.*, 1990). Los resultados obtenidos confirman los descritos por Espinosa *et al.* (2003) al comparar dos clones de malanga *Colocasia*, donde el clon 'Camerún 14' resultó ser el de menor incidencia de las pudriciones (10,5 %) e intensidad de daños, con diferencias significativas con el clon 'INIVIT MC 99-1' que fue el que mostró la mayor incidencia e intensidad de daños por pudriciones, y según la escala utilizada para medir la afectación de los daños fue intensa mientras en 'Camerún 14' fue media.

Los valores del porcentaje de incidencia de las pudriciones secas, durante la conservación poscosecha, se mantuvieron de manera similar a lo observado en el momento de la cosecha. Los clones 'INIVIT MX 95-2', 'INIVIT MX-2007' e 'INIVIT MX 95-1' tuvieron una respuesta superior (10,5; 10,6 y 16,6 %, respectivamente) con diferencias significativas respecto al resto de los clones evaluados. 'Amarilla Especial', 'Selección Amarilla' y 'México 1' presentaron los mayores valores de incidencia (60, 58 y 45 % respectivamente). El porcentaje de intensidad de los daños durante la conservación poscosecha mostró una respuesta similar a lo observado en el momento de la cosecha. Los clones 'INIVIT MX 95-2', 'INIVIT MX-2007' e 'INIVIT MX 95-1' presentaron los grados de intensidad de daños más bajos (12,74, 12,93 y 13,07 % respectivamente) con diferencias estadísticas respecto a 'Amarilla Especial' y 'Selección Amarilla', que presentaron los mayores valores (46,37 y 42,38 % respectivamente) y sin diferencias estadísticas con el resto de los clones evaluados. Al tener en cuenta los resultados de esta evaluación y la escala de daños empleada para el grado de intensidad, podemos afirmar que en los clones del género *Xanthosoma*, 'INIVIT MX 95-2', 'INIVIT MX 95-1', 'INIVIT MX-2007' e, 'INIVIT MX-2008' la

afectación fue media, y alta en 'Viequera', 'Amarilla Especial', 'Selección Amarilla', 'México 1' y 'México-8' (Figura 17A y B).

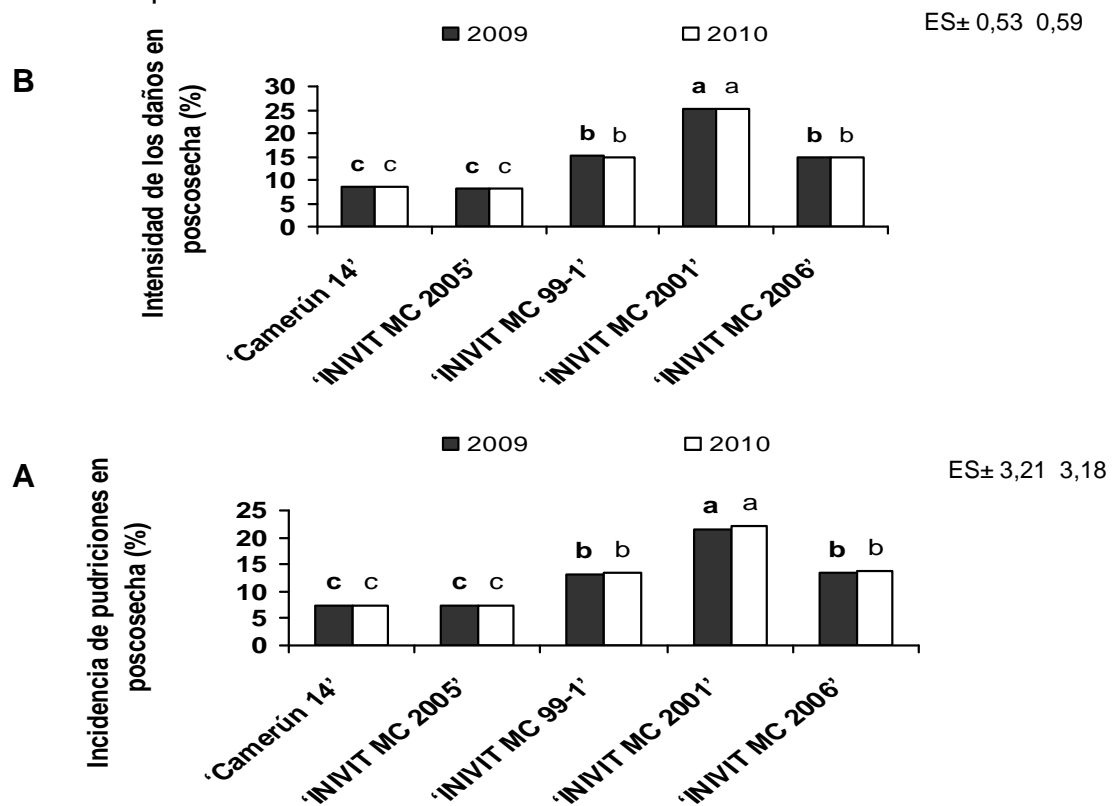


* Letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según Tukey

Figura 17. Respuesta de clones de malanga *Xanthosoma* en la poscosecha a las pudriciones secas. (A) Incidencia, (B) intensidad de los daños.

Al evaluar la incidencia de las pudriciones secas en la poscosecha, los clones de malanga 'INIVIT MC-2005' y 'Camerún 14' presentaron una respuesta similar a la observada en la cosecha, al presentar los valores más bajos con 7,35 y 7,30 % el primero y con 7,50 y 7,44 % el segundo, sin diferencias entre ellos y sí con el resto de los clones evaluados. El clon 'INIVIT MC 2001' con (21,33 y 22,05 %) presentó los valores más elevados de incidencia.

Los resultados obtenidos en este trabajo no difieren de los descritos por Folgueras et al. (2006), pues estos resultaron al evaluar la colección cubana de malanga *Colocasia*, los clones de menor incidencia de pudriciones secas. El grado de intensidad de daños por las pudriciones fue menor en los clones ‘INIVIT MC-2005’ y ‘Camerún 14’, los que mostraron diferencias significativas con el resto, la intensidad fue baja según la escala de daños empleada, media en los clones ‘INIVIT MC 99-1’ e ‘INIVIT MC 2006’ y alta en ‘INIVIT MC-2001’ (Figura 18A y B). Según Saborío et al. (2004 a), Reyes et al. (2005); Centeno y Orozco (2009), el uso de material genético que muestre alguna tolerancia al mal seco de la malanga, conjuntamente con el empleo de material de plantación sano, debe disminuir la incidencia de las pudriciones.



**Letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según Tukey

Figura 18. Respuesta de clones de malanga *Colocasia* (en la poscosecha) a las pudriciones secas. (A) Incidencia, (B) intensidad de los daños.

En los dos años de estudio, en los clones de malanga *Xanthosoma*, los mayores valores de rendimiento de rizomas primarios, secundarios y rendimiento total, se obtuvieron con el clon 'INIVIT MX-95-1', con diferencias significativas respecto al resto de los clones evaluados, seguido de los clones 'INIVIT MX-2007' e 'INIVIT MX-95-2'. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los obtenidos por Folgueras *et al.* (2002) quien los clasificó como los mejores en un estudio comparativo de cinco clones (Tabla 10).

Tabla 10. Rendimiento de rizomas primarios, rizomas secundarios, total y porcentaje de pérdidas en clones de malanga (*Xanthosoma*), durante dos años.

Clon	Rendimiento (t ha ⁻¹)			Pérdidas (%)
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	
'México-1'	16,26 f	13,42 d	29,68 f	21,30 bc
'México-8'	17,38 e	13,21 e	30,59 e	20,18 bc
'Viequera'	14,47 g	12,30 f	26,77 g	18,32 b
'Amarilla Especial'	13,47 i	11,77g	24,24 i	27,45 c
'Selección Amarilla'	13,58 h	12,21 f	25,83 h	26,52 c
'INIVIT MX 95-1'	20,63 a	15,39 a	36,02 a	12,45 ab
'INIVIT MX 95-2'	19,05 c	15,02 b	34,07 c	10,83 a
'INIVIT MX 2007'	19,33 b	15,08 b	34,42 b	10,25 a
'INIVIT MX 2008'	18,37 d	14,56 c	32,93 d	12,02 a
ES	±0,02 *	±0,02 *	±0,03*	±2,23*

*Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para p < 0,05 según dócima de Tukey

Al evaluar el porcentaje de pérdidas se observó que los cultivares 'Amarilla Especial' y 'Selección Amarilla' presentaron las mayores afectaciones sin diferencias significativas con 'México-8', 'México-1' y 'Viequera' y con diferencias con 'INIVIT MX 2007', 'INIVIT MX 95-1' e 'INIVIT MX 95-2' en los que las pérdidas no sobrepasaron el 13 %.

El rendimiento en rizomas primarios de los clones 'INIVIT MC-2005', 'Camerún 14' e 'INIVIT MC-2006' (23,92; 23,84 y 23,84 t ha⁻¹), superó de manera significativa a 'INIVIT

MC-2001' e 'INIVIT MC 99-1' (16,32 y 21,70 t ha⁻¹) (Tabla 11). Los valores más elevados de rendimiento en rizomas secundarios se obtuvieron en el clon 'INIVIT MC 2001' (25,31 t ha⁻¹), que superó de manera significativa al resto de los clones evaluados. En rendimiento total el clon 'INIVIT MC-2005', superó estadísticamente al resto de los clones evaluados. El porcentaje de pérdidas fue menor en este clon y en 'Camerún 14' (8,95 y 9,25 %) sin diferencias significativas entre ellos y mostró diferencias significativas con los demás clones evaluados. El cultivar 'INIVIT MC-2001' mostró los valores más elevados de pérdidas en el momento de la cosecha (24,41 %).

Tabla 11. Rendimiento de rizomas primarios, rizomas secundarios, total y porcentaje de pérdidas en clones de malanga (*Colocasia*), durante dos años.

Clon	Rendimiento (t ha ⁻¹)			Pérdidas (%)
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	
'Camerún 14'	23,84 a	18,46 d	42,31 b	9,25 a
'INIVIT MC 2005'	23,92 a	20,69 b	44,61 a	8,95 a
'INIVIT MC 99-1'	21,70 b	19,56 c	41,27 c	14,32 b
'INIVIT MC 2001'	17,24 c	22,45 a	39,70 d	24,41 c
'INIVIT MC 2006'	23,84 a	18,10 d	41,94 b	13,56 b
ES	±0,07*	±0,02*	±0,08*	±3,69*

*Medias con letras diferentes en la misma columna difieren para p < 0,05 según dócima de Tukey

Los resultados del presente trabajo confirman los obtenidos por García *et al.* (2006), quienes en un estudio comparativo de clones refirieron a 'INIVIT MC 2005' e 'INIVIT MC 2006' como los de mejor rendimiento. Espinosa *et al.* (2003) informaron que las pérdidas en el clon 'Camerún 14' fueron menores que en el clon 'INIVIT MC 99-1'.

4.3.1.1. Relación entre la composición química de los rizomas primarios y rizomas secundarios con la incidencia de las pudriciones secas

En los clones que presentaron los valores más bajos de incidencia e intensidad de los daños se detectaron los contenidos más elevados en cuanto a Fe, Ca, Mn, Na, K y porcentaje de almidón en los cormos y cormelos. Para los rizomas primarios de los clones de malanga género *Xanthosoma*, la mayoría de las correlaciones presentaron coeficientes de correlación de signo negativo y únicamente no fueron significativas las correspondientes a las variables incidencia en la cosecha, incidencia en la poscosecha y severidad con los contenidos de Zn; Mg, N y P (Tabla 12). Para los rizomas secundarios de los clones de malanga *Xanthosoma*, casi todas las correlaciones con las variables incidencia en la cosecha, incidencia en la poscosecha y severidad resultaron significativas y de pendiente negativa excepto las establecidas con los contenidos de Cu, N, P y el porcentaje de almidón que resultaron no significativas (Tabla 12).

Los valores más bajos de incidencia e intensidad de los daños en el malanga género *Colocasia* se detectaron en los clones que presentaron los contenidos más elevados de macro y micronutrientes en los rizomas primarios y secundarios (P, Fe, Zn, Ca, Mn, Mg y K), además del mayor porcentaje de almidón. Para los rizomas primarios de los clones, se detectaron correlaciones significativas y de pendiente negativa entre la incidencia en la cosecha y el contenido de Mg, P y el porcentaje de almidón; la incidencia en la poscosecha y el contenido de Mn, Mg, P y porcentaje de almidón; la severidad y el contenido de Fe, Mn, Na, Mg, P, el porcentaje de almidón y el porcentaje de materia seca. (Tabla 13).

Los rizomas secundarios de los clones de malanga género *Colocasia* manifestaron correlaciones significativas y de pendiente negativa entre las variables incidencia en la cosecha, incidencia poscosecha y severidad, y el contenido de Cu, Fe, Mn, K, Mg, y P (Tabla 13).

Resultados obtenidos en la India por Ray y Ravi (2005) y Bandyopadhyay *et al.* (2006), asociaron la pudrición de las raíces tuberosas de boniato en el almacén con la disminución del contenido de almidón y los volúmenes de azúcar totales.

Para Epstein (1994) un contenido de K^+ de 1,0 % de la materia seca del tejido vegetal es un nivel adecuado para el buen funcionamiento de las plantas. Sin embargo, otros autores estiman que el requerimiento esencial para el crecimiento de la planta oscila entre el 2 y 5% del peso seco de las partes vegetativas, los frutos gruesos y los tubérculos. Las plantas insuficientes en K^+ presentan una mayor sensibilidad al estrés por sequía, enfermedades y bajas temperaturas. El K^+ tiene función en la extensión celular y los procesos dependientes de turgor celular. La actividad de muchas enzimas es dependiente o estimulada por K^+ y este elemento es requerido para la síntesis proteica y por otra parte afecta la fotosíntesis a varios niveles. También el potasio juega roles importantes en el fenómeno de la osmoregulación, el funcionamiento de las estomas, los movimientos de las plantas, en el transporte de solutos por el floema y en el balance catiónico-aniónico de las plantas. Epstein (1994) y Guardiola y García (1990) señalaron que un contenido de Mg^{+2} de 0,2 % de la masa seca, es adecuado; mientras que otros autores señalan un rango del 0,02-0,031 % del peso seco, en dependencia de la especie de planta, el tejido vegetal y estado nutricional. A nivel celular el Mg^{+2} vacuolar, al igual que el fósforo, es la fuente principal para la regulación metabólica y es importante para el balance catión-anión y la regulación del turgor celular.

4.3.2. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre las pudriciones secas de la malanga *Xanthosoma* y *Colocasia*

Los valores más bajos de incidencia por las pudriciones secas se obtuvieron, en los tres años, en el momento que se plantó el cultivo en el mes de febrero y se cosechó con 12 meses de edad en la malanga *Xanthosoma*, sin diferencias en el año 2010 con el tratamiento donde se plantó en el mes de mayo y se cosechó a los 12 meses y con diferencias significativas en relación con el resto de los tratamientos empleados. La mayor incidencia de la enfermedad se observó con el tratamiento que se cosechó con 14 meses de edad en las distintas épocas de plantación. La intensidad de los daños fue menor con el tratamiento donde se realizó la plantación en el mes de febrero y se cosechó a los 12 meses, con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos evaluados; los porcentajes de intensidad de daños más elevados se presentaron en aquellos tratamientos en que se plantó la malanga en los meses de mayo y julio, y se cosechó a los 14 meses de efectuada la plantación (Tabla 14).

Los valores más bajos de incidencia de las pudriciones en la malanga *Colocasia* en el momento de la cosecha, se alcanzaron en los tratamientos donde la plantación se realizó en los meses de diciembre y febrero y se cosechó con 12 meses de edad, sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados. En el tratamiento donde se plantó la malanga en el mes de febrero, y que a su vez se realizó la cosecha a los 12 meses, se observó la menor intensidad de los daños, sin diferencias con el tratamiento donde se realizó la plantación en el mes de diciembre y se cosechó a los 12 meses en el año 2011, y a su vez reveló diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados. La mayor intensidad de daños se presentó en los tratamientos donde se plantó en el mes de mayo y se realizó la cosecha a los 12 meses (Tabla 15). En

otras especies tuberosas como la papa, Mayea (1985) informó en las variedades 'Desiree' y 'Red Pontiac', que al alargar el ciclo vegetativo de la planta se incrementó el porcentaje de las pudriciones poscosecha, pues existió una conversión del almidón en azúcares lo que facilitó el ataque de los agentes patógenos.

Tabla 14. Efecto de la época de plantación y momento cosecha sobre las pudriciones secas en la malanga *Xanthosoma*.

Tratamiento Época plantac/Mom. cosecha	Incidencia (%)			Intensidad de daños		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Febrero (10 meses)	14,41 e	15,76 b	15,72 b	18,46 d	18,02 c	17,70 b
Febrero (12 meses)	6,73 h	6,72 e	6,53 g	9,96 h	9,41 g	8,91 f
Febrero (14 meses)	16,23 c	15,37 b	15,32 b	19,31 c	18,58 c	18,04 b
Mayo (10 meses)	14,85 d	14,18 c	14,22 c	18,18 d	17,46 c	17,02 b
Mayo (12 meses)	8,07 g	8,80 e	8,40 f	11,83 g	11,22 f	10,78 e
Mayo (14 meses)	18,65 a	19,14 a	19,06 a	23,37 a	22,67 a	21,93 a
Julio (10 meses)	12,28 f	12,82 d	13,39 d	16,82 e	16,31 d	15,93 c
Julio (12 meses)	9,68 g	12,37 e	12,28 e	15,55 f	14,97 e	14,55 d
Julio (14 meses)	17,00 b	18,02 a	18,95 a	22,40 b	21,86 b	21,09 a
ES	±0,15*	±0,17*	±0,15*	±0,14*	±0,18*	±0,12*

*Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para $p < 0,05$ según dócima de Tukey

A medida que se realizaron las observaciones en el campo, se pudo notar la velocidad del grado de avance de la enfermedad en el momento donde comenzó a disminuir la lluvia. Se observó cómo la infección en las hojas y en los rizomas fue mayor en las últimas semanas de evaluación (semana 36). A partir de la semana 16, para la malanga *Colocasia* y 12 para la malanga *Xanthosoma* la lluvia empezó a incrementarse, pero

disminuyó drásticamente hasta el final de la semana 31. Hubo un incremento en la temperatura ambiente, lo cual favoreció el desarrollo del hongo patógeno (Anexo 12).

Según Powell (2001) si las condiciones del medio ambiente se mantienen estables, las plantas pueden sobrevivir, pero si estas cambian, el desarrollo de los hongos patógenos puede ser favorecido y se incrementa la incidencia de la enfermedad. Según Herrera (2004) en suelos secos la supervivencia del micelio de *S. rolfsii* fue de 100 % hasta los 35 días, y disminuyó a 80 % a los 49 días.

Rodríguez *et al.* (1995), informaron que el daño producido por plagas y enfermedades puede ser disminuido si se logra evadir la infección, con el establecimiento del cultivo de tal manera que la fase del mismo no coincida con el período óptimo del agente patógeno.

Tabla 15. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre las pudriciones secas en malanga *Colocasia*.

Tratamiento Época de plantación/ Momento de cosecha	Incidencia (%)			Intensidad de daños (%)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Diciembre (8 meses)	4,20 b	4,13 c	4,13 b	7,34 c	6,62 c	6,35 c
Diciembre (10 meses)	4,09 b	4,23 c	4,15 b	7,30 c	6,74 c	6,36 c
Diciembre (12 meses)	2,03 d	2,08 e	2,09 d	5,08 e	4,57 f	4,07 f
Febrero (8 meses)	7,01 a	6,36 b	6,71 a	9,75 b	9,18 b	8,69 b
Febrero (10 meses)	3,94 b	3,27 d	3,32 c	6,56 d	5,89 e	5,51 e
Febrero (12 meses)	1,83 d	1,85 e	1,90 d	4,61 f	4,03 g	3,86 f
Mayo (8 meses)	3,49 c	4,01 c	4,08 b	6,81 b	6,28 cd	5,86 d
Mayo (10 meses)	3,34 c	4,13 c	3,96 b	6,70 b	6,18 d	5,81 d
Mayo (12 meses)	6,84 a	6,94 a	7,05 a	10,24 a	9,75 a	9,54 a
ES	±0,09*	±0,09*	±0,07*	±0,16*	±0,12*	±0,05*

* Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para p 0,05 según dócima de Tukey

El rendimiento en rizomas primarios, rizomas secundarios y el rendimiento total de la malanga *Xanthosoma* fue mayor en el tratamiento donde se plantó en el mes de mayo y se realizó la cosecha a los 12 meses, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. El porcentaje de materia seca de los rizomas primarios y rizomas secundarios, fue mayor en el tratamiento que realizó la plantación en el mes de febrero, sin diferencias significativas con los tratamientos donde se plantó en mayo y julio y se cosechó a los 12 meses (Tabla 16).

Tabla 16. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre el rendimiento y contenido de materia seca en malanga *Xanthosoma*.

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)			Materia seca (%)	
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	Rizomas primarios	Rizomas secundarios
Febrero (10 meses)	16,37 a	10,85 i	27,23 h	24,06 c	21,50 b
Febrero (12 meses)	19,95 d	13,52 e	33,48 d	24,78 a	22,49 a
Febrero (14 meses)	20,03 d	13,07 f	33,10 e	24,05 c	22,11 b
Mayo (10 meses)	18,69 f	12,80 g	31,49 f	23,84 d	21,84 b
Mayo (12 meses)	22,60 a	14,97 a	37,57 a	24,77a	22,44 ab
Mayo (14 meses)	21,57 b	13,91 c	35,48 b	24,23 b	22,45 ab
Julio (10 meses)	16,73 g	11,70 h	28,44 g	23,75 d	21,88 b
Julio (12 meses)	20,42 c	14,49 b	34,91 c	24,79 a	22,42 ab
Julio (14 meses)	19,57 e	13,73 d	33,30 d	24,10 bc	22,11 b
ES	±0,02*	±0,03*	±0,04*	±0,03*	±0,10*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Tukey para p 0,05

En la malanga *Colocasia* se observó que los mayores rendimientos en rizomas primarios y

rizomas secundarios, rendimiento total y porcentaje de materia seca se obtuvieron en el tratamiento donde la plantación se realizó en el mes de febrero y la cosecha se efectuó a los 12 meses, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 17).

Tabla 17. Efecto de la época de plantación y el momento de cosecha sobre el rendimiento y contenido de materia seca en malanga *Colocasia*.

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)			Materia seca (%)	
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	Rizomas primarios	Rizomas secundarios
Diciembre (8 meses)	25,29 h	14,60 h	39,89 g	22,14 f	21,12 f
Diciembre (10 meses)	30,29 e	16,20 e	46,49 d	23,28 bc	22,26 bcd
Diciembre (12 meses)	33,56 d	17,55 c	51,11 c	23,32 b	22,12 d
Febrero (8 meses)	29,05 g	15,13 f	44,17 f	22,29 d	21,83 e
Febrero (10 meses)	36,69 b	18,30 ab	54,99 b	23,16 c	22,33 bc
Febrero (12 meses)	41,94 a	20,12 a	62,06 a	24,23 a	23,25 a
Mayo (8 meses)	24,73 i	14,74 g	39,47 h	21,24 g	22,30 bcd
Mayo (10 meses)	30,01 f	16,20 e	46,21 e	22,27 d	22,44 b
Mayo (12 meses)	34,10 c	16,90 d	51,00 c	22,67 d	22,23 cd
ES	±0,03*	±0,02*	±0,04	±0,03*	±0,04*

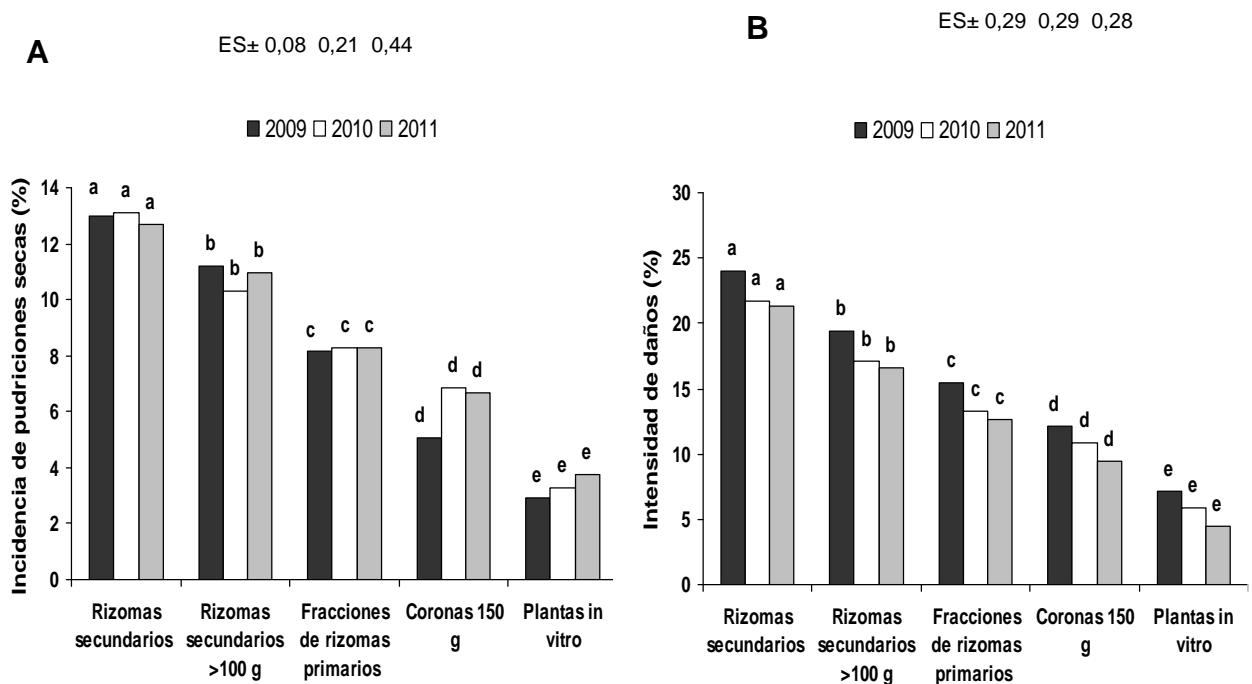
*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por *Tukey* para p 0,05

Este resultado lo atribuye a que los días subsiguientes a la plantación de diciembre se registraron temperaturas bajas (18°C), las cuales influyeron negativamente, atrasaron la brotación, y por lo tanto limitaron el proceso fotosintético de la planta. El incremento de la masa fresca y seca de los rizomas secundarios en el mes de febrero se le atribuye a que la planta, al tener una mayor área foliar a los seis meses después de la plantación invirtió gran parte de las sustancias en la formación de los rizomas primarios y de estos a los hijos

(Vázquez y Torres, 1981).

4.3.3. Efecto del material vegetal de plantación sobre las pudriciones secas de la malanga

El material de plantación empleado influyó sobre la incidencia de las pudriciones secas de los rizomas. Los valores de incidencia de pudriciones secas en malanga *Xanthosoma*, disminuyeron desde (12,5-13%) en el tratamiento donde se emplearon los rizomas secundarios de 50 g como material de plantación, hasta (2,5%) donde se utilizaron plantas producidas *in vitro*, con este material se obtuvieron los valores más bajos de incidencia, con diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos, seguido del tratamiento donde se emplearon las coronas como material de propagación (Figura 19 A).



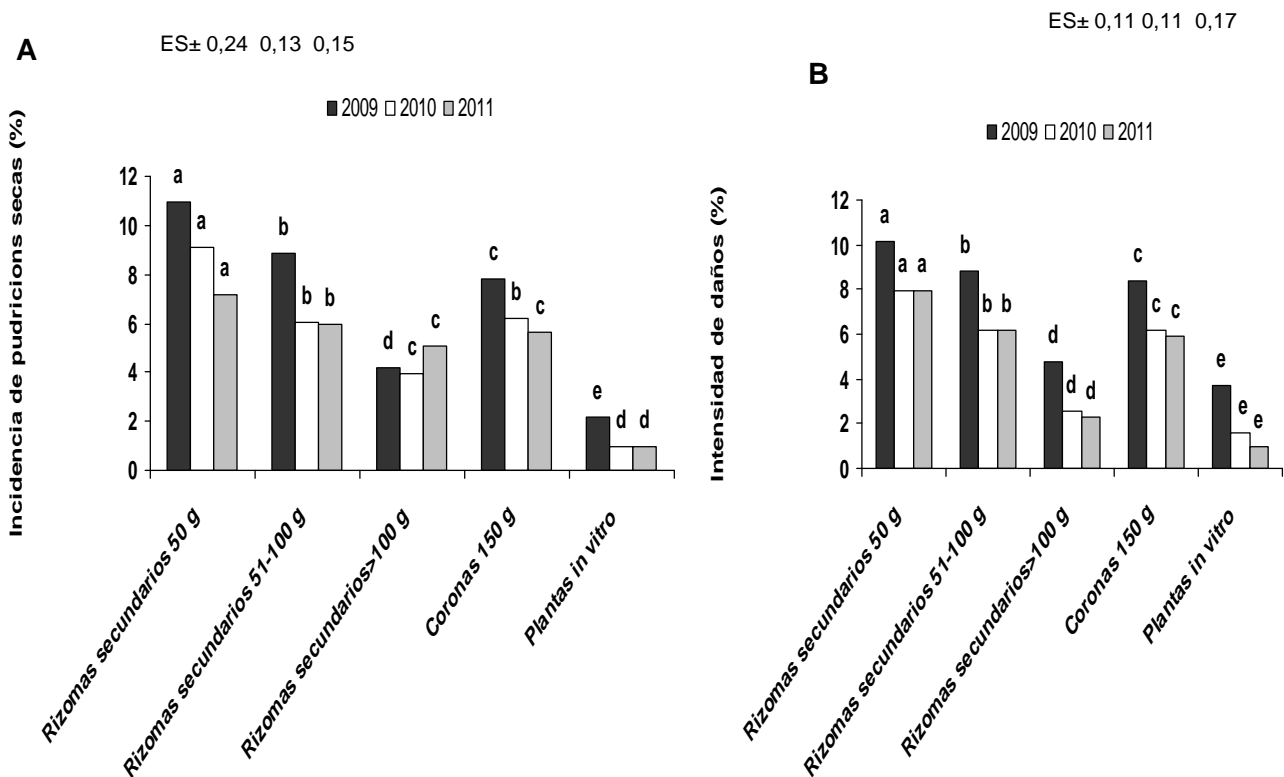
*Barras con letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según dócima de Tukey

Figura. 19. Efecto del material de plantación sobre las pudriciones secas en la malanga *Xanthosoma*. **A)** Incidencia, **B)** Intensidad de los daños.

La intensidad de los daños por pudriciones fue menor con el empleo de las plantas *in vitro*, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados, la cual fue baja en

este tratamiento y donde se utilizaron las coronas, según la escala empleada para evaluar la afectación y media en los tratamientos donde se emplearon fracciones de rizomas primarios, rizomas secundarios entre 51-100 g y rizomas secundarios menores de 50 g para la plantación (Figura 19 B).

El porcentaje de incidencia y la intensidad de los daños por las pudriciones secas en las tres multiplicaciones vegetativas en malanga *Colocasia* fue menor en el tratamiento donde se emplearon las plantas producidas *in vitro* para la plantación, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. La intensidad de los daños por pudriciones según la escala de evaluación empleada resultó ser baja en todos los tratamientos (Figura 20 A y B).



*Medias con letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según prueba de Tukey

Figura 20. Efecto del material de plantación sobre las pudriciones secas en la malanga *Colocasia*. **A)** Incidencia, **B)** Intensidad de los daños.

Al evaluar el rendimiento en rizomas primarios y rizomas secundarios y el rendimiento total por tres años consecutivos en malanga *Xanthosoma* se observó que con las plantas procedentes de cultivo *in vitro* se obtuvieron los mayores valores sin diferencias significativas con los tratamientos donde se emplearon las coronas, pero sí con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 18). Perdomo y Zambrano (2004) y Vilorio y Córdova (2008), informaron sobre la importancia de tener un material de propagación de calidad, como una de las vías para la obtención de rendimientos altos y estables en la malanga.

Tabla 18. Efecto del material de plantación sobre el rendimiento en malanga *Xanthosoma*.

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Rizomas secundarios 50 g	17,51 e	12,26 e	29,78 d
Fracciones de rizomas primarios	20,01 d	13,27 d	33,29 c
Rizomas secundarios >100 g	23,12 c	15,10 b	38,22 b
Coronas 150 g	24,21 a	14,79 c	39,01 a
Plantas <i>in vitro</i>	23,88 a	15,26 a	39,15 a
ES	±0,66*	±0,83*	±0,73*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por *Tukey* para p 0.05

El material comercial de plantación usado para la producción de malanga pueden ser rizomas pequeños enteros o secciones del corno principal, o los rizomas secundarios brotados. Estos son considerados como un material altamente perecedero, por lo que una selección y manejo adecuados evita su deterioro, permite lograr propágulos de buena calidad y por tanto se obtendrá un buen rendimiento (Castillo y Castillo, 2004). Reyes y Aguilar (2005), emplearon métodos de reproducción acelerada para la obtención de material de propagación sano de malanga y obtuvieron plantas vigorosas y altos rendimientos.

La respuesta que se logró en la multiplicación vegetativa de las plantas *in vitro* en relación con el rendimiento, respecto a las plantas de la propagación convencional, pudiera estar relacionada con el efecto de rejuvenecimiento fisiológico y la limpieza que desde el punto de vista sanitario producen los métodos de cultivo de tejidos *per se*. En otros rizomas y tubérculos como el ñame, Cabrera *et al.* (2009) han descrito y demostrado que estas plantas aún mantienen su potencial *in vitro*, lo cual se refleja en un mayor número de tubérculos y masa fresca de los tubérculos que se obtuvieron por planta.

En malanga *Colocasia* con el empleo de material de plantación proveniente de plantas cultivadas *in vitro* se alcanzaron los mayores valores en cuanto al rendimiento en rizomas primarios y rizomas secundarios y rendimiento total, sin diferencias significativas en cuanto a rendimiento en rizomas secundarios con el tratamiento donde se plantaron rizomas secundarios de más de 100 gramos y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 19).

Tabla 19. Efecto del material de plantación sobre el rendimiento, en *Colocasia*.

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Rizomas secundarios 50 g	17,62 d	13,06 d	30,69 d
Rizomas secundarios 51-100 g	19,57 c	14,58 bc	34,16 c
Rizomas secundarios >100 g	22,45 b	14,84 ab	37,30 b
Coronas 150 g	19,51 c	14,48 c	34,00 c
Plantas <i>in vitro</i>	25,26 a	15,06 a	40,33 a
ES	±0,22*	±0,24*	±0,35*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren por *Tukey* para $p < 0.05$

El mayor vigor de las plantas procedentes de métodos biotecnológicos puede estar dado, según Pagliano (2004), por el rejuvenecimiento fisiológico y el no antagonismo con la macro y la microbiota que afecta a la planta en su hábitat natural. Cabrera *et al.* (2010)

describieron al saneamiento de las plantas que se obtiene a través del cultivo de tejidos, como una de las causas por lo cual se obtienen elevados rendimientos. Resultados obtenidos por Saborío *et al.* (2004a) 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.

Finalmente, se puede plantear que, a causa del envejecimiento fisiológico del material vegetal utilizado en la malanga, por las reiteradas multiplicaciones en campo y su deterioro debido a la acumulación de microorganismos, se produce una disminución del potencial de rendimiento de las plantaciones. Los resultados obtenidos en esta investigación reafirman la ventaja en la utilización de las plantas producidas *in vitro* como material de propagación, lo que disminuye la incidencia de las pudriciones secas entre (60-70 %) e incrementa el rendimiento del cultivo entre un 20-25 %. Se confirma la necesidad de establecer un programa de producción de material vegetal de plantación, para el cual es necesario producir por métodos biotecnológicos el material vegetal original.

4.3.4. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga

El promedio de la incidencia de las pudriciones disminuyó desde 19,02 % donde no se recubrió con *EcoMic*[®] o no se aplicó Compost o humus de lombriz, a 4,26 % donde se recubrió con *EcoMic*[®] aplicó humus de lombriz o compost (Tabla 20). En general la incidencia de las pudriciones disminuyó en el resto de los tratamientos. Los más efectivos sin diferencias significativas entre ellos fueron: *EcoMic*[®] + 25 % NPK + Humus de lombriz (4,26), *EcoMic*[®] + 50 % NPK (5,07), *EcoMic*[®] + 25 % NPK + Compost (5,99) y 100 % NPK, y con diferencias con el resto de los tratamientos. La incidencia resultó superior en el control sin fertilizar, en todos los casos, y donde se fertilizó con el 50 % de la dosis óptima

de NPK. Resultados similares se obtuvieron para la intensidad de los daños, que fue baja para *EcoMic*[®] + 25 % NPK + Humus de lombriz, *EcoMic*[®] + 50 % NPK, *EcoMic*[®] + 25 % NPK+ Compost, los que no difieren significativamente entre ellos y con el tratamiento de *EcoMic*[®] durante el año 2010, y muestran diferencias significativas con el resto de las variantes. Los valores más elevados de la intensidad de los daños según la escala de evaluación, en el control fue media. El promedio de incidencia de las pudriciones secas en la malanga *Xanthosoma* en los tres años osciló entre 16,55 % y 19,02 % en el control sin fertilizar y entre 3,89 % y 8,07 % en el tratamiento donde el material de plantación se recubrió con *EcoMic*[®].

En los tratamientos donde la incidencia de las pudriciones secas fue más baja, se observó que las poblaciones de bacterias totales, hongos y actinomicetos fue mayor comparadas con los tratamientos donde no se enmendó el suelo (Anexo 11). En general, las enmiendas de compost y humus indujeron cambios significativos en las propiedades biológicas y químicas del suelo, y también redujeron significativamente la incidencia de las pudriciones de la malanga, independientemente de su empleo solo o combinado con fertilizantes químicos. De esta forma, la reducción en la incidencia de la enfermedad en suelos enmendados pudo haber resultado a partir de los cambios ambientales adversos que pueden haber afectado al patógeno. Un posible mejoramiento en las propiedades físicas del suelo tales como la aeración, la retención de agua y la estructura del suelo, que están a menudo asociadas con la enmienda orgánica del suelo (Carter, 2002). Nuestros resultados también mostraron que las enmiendas de compost mejoraron el crecimiento de la planta y el rendimiento de rizomas. En relación con la incidencia de la enfermedad, todos los nutrientes del suelo estuvieron negativamente asociados a la misma en cada sitio experimental. Esto pudiera indicar que es un efecto combinado del aumento de los

niveles de todos los nutrientes del suelo, seguido de las enmiendas, que pueden haber contribuido a la disminución de la incidencia de la enfermedad.

Tabla 20. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en la malanga *Xanthosoma*.

Tratamiento	Incidencia (%)			Intensidad (%)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Control	16,95 a	19,02 a	16,55 a	25,25 a	24,22a	23,19 a
<i>EcoMic</i> ®	8,07 d	6,63 de	7,90 d	10,38 e	9,31d	8,25 cd
50 % NPK	13,01 b	12,85 b	11,73 b	14,25 b	13,25 b	12,25 b
50 % NPK+ <i>EcoMic</i> ®	5,07 ef	5,24 fg	4,15 f	7,25 ef	6,12 de	4,00 d
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ®+ humus de lombriz	4,26 f	5,04 fg	4,12 f	7,75 ef	5,00 e	5,00 d
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ®+ compost	4,20 f	4,04 g	3,89 f	6,00 f	6,75 de	5,75 d
50 % NPK + humus de lombriz	6,02 e	5,99 e	6,00 e	7,75 ef	6,87 de	5,75 d
50 % NPK+ compost	9,26 c	7,45 d	7,70 d	12,00 bc	11,00 bc	10,00 c
Humus de lombriz	12,01 b	9,69 c	11,28 b	13,00 bc	12,12 bc	11,25 bc
Compost	10,03 c	7,85 d	9,13 c	11,50 c	10,70 bc	10,00 c
100 % NPK	12,60 b	12,12 b	11,60 b	11,25 d	10,37 c	9,50 c
ES	±0,21*	±0,25*	±0,21*	±0,49*	±0,28*	±0,46*

*Medias con letras no comunes en una misma columna difieren para $p < 0,05$ según d \acute{o} cima de Tukey

Similares resultados se obtuvieron durante los tres a \acute{o} ns en la malanga *Colocasia*, donde el promedio m \acute{a} s elevado de incidencia e intensidad de los da \acute{n} os se alcanz \acute{o} en el control sin fertilizar y la menor incidencia e intensidad en los tratamientos donde se emple \acute{o} 50 % NPK + *EcoMic*® y 25% NPK + *EcoMic*® + compost. De manera general la mayor incidencia e intensidad de los da \acute{n} os por pudriciones se alcanzaron en el control sin fertilizar, y fueron menores en los tratamientos donde se fertiliz \acute{o} con *EcoMic*®, compost o humus de lombriz, solos o combinados con fertilizantes qu \acute{i} micos (Tabla 21).

Tabla 21. Efecto de la fertilización sobre las pudriciones secas en la malanga *Colocasia*.

Tratamiento	Incidencia (%)			Intensidad		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Control	7,62 a	7,90 a	7,92 a	8,90 a	8,20 a	7,50 a
<i>EcoMic</i> ®	3,22 cd	2,02 d	2,76 d	4,60 b	4,13 b	2,40 cd
50 % NPK	3,07 d	5,22 ab	3,17 c	3,44 cd	3,05 bc	2,65 c
50 % NPK+ <i>EcoMic</i> ®	2,03 f	1,00 e	1,01 f	2,00 e	1,66 d	1,32 f
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ® + humus de lombriz	2,21 e	2,02 d	1,15 f	3,08 d	2,51 cd	1,95 e
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ® + compost	2,18 ef	1,00 e	1,12 f	2,77 de	2,33 cd	1,90 ef
50 % NPK + humus lombriz	3,08 d	2,83 cd	2,16 e	3,49 cd	2,96 bcd	3,42 b
50 % NPK+ compost	3,07 d	2,80 cd	3,06 cd	3,05 d	2,59 cd	2,13 d
Humus de lombriz	3,45 c	3,85 bc	3,10 cd	3,60 cd	3,00 bc	2,71 c
Compost	4,11 b	3,04 d	3,40 c	3,71 bcd	3,21 bc	3,08 bc
100 % NPK	4,16 b	3,93 bc	4,35 b	4,08 c	3,58 bc	3,66 b
ES	±0,05*	±0,19*	±0,04*	±0,17*	±0,31	±0,05*

*Medias con letras desiguales en una misma columna difieren para $p < 0,05$ según dócima de *Tukey*

Los resultados obtenidos confirman el efecto protector del empleo de la fertilización orgánica y biológica con hongos micorrícicos. Estos tipos de fertilizantes, solos o combinados, contribuyen a la sanidad de la planta y a su crecimiento (Mayea, 1995; Guillon *et al.*, 2002; Artursson *et al.*, 2006; Rivera *et al.*, 2007; Martínez *et al.*, 2006). Martínez y Hernández (1995) señalaron entre las ventajas de estos microorganismos, la mejora en la nutrición de la planta, la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal y el beneficio en la protección radical contra microorganismos fitopatógenos. Los hongos micorrícicos aumentan la absorción de fósforo, cinc, azufre, calcio, cobre, molibdeno y boro lo que provoca una mayor actividad de la nitrogenasa (Silveira, 1992). Debido a estas condiciones, las plantas micorrizadas son más competitivas y toleran mejor el estrés ambiental que las plantas sin micorrizar. Por otro

lado, es importante la función que cumplen las micorrizas en la protección de las raíces contra el ataque de hongos patógenos del suelo como *Fusarium* y *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium*, *Verticillium* y *Thielaviopsis* y nemátodos (Lingua *et al.*, 2002; Diedhiou *et al.*, 2003; Harrier *et al.*, 2004; Glazebrook, 2005; Li *et al.*, 2006). El hongo crea una barrera mecánica a través del manto de hifas e impide la penetración de los organismos patógenos (Guillon *et al.*, 2002).

El efecto de las micorrizas como limitantes de las poblaciones de *R. solani* fue probado por Cupull *et al.* (2000). Estos autores encontraron, al inocular las raíces de posturas de café (*Coffea arabica* L.) con estos microorganismos, un mayor porcentaje de germinación y menor ataque de este organismo patógeno. Resultados similares obtuvieron Cuervo *et al.* (1998), contra *R. solani* y *F. oxysporum*, Ahmed *et al.* (1995) contra la pudrición radical del fríjol y Yao *et al.* (2002) en papa. Pérez *et al.* (2002) informaron activación de los mecanismos de defensa (quitinasa, glucanasa, peroxidasas, polifenoxidasas, y fenilalanina amoniolasa) contra el ataque de *Alternaria solani* (Ellis et Martin) Sor y *Phytophthora parasítica* (Dastur). Díaz (2011) consiguió se redujera la incidencia de *R. solani* en un 2 % y la de *S. rolfsii* entre un 4 y 5 % en el cultivo del fríjol, con el empleo de micorrizas, bacterias promotoras del crecimiento vegetal y compost en la fertilización.

En relación con el uso del compost, se ha demostrado que la mayor influencia de la materia orgánica sobre los organismos patógenos radicales es a través de modificaciones de las actividades microbianas y por la presencia de microorganismos que son potencialmente antagónicos a *Pythium* spp. y otros hongos patógenos en el campo (Stone *et al.*, 2003; Darby *et al.*, 2006; El-Taraby, 2006; Diáñez *et al.*, 2007 y Galindo *et al.*, 2008). Para García *et al.* (2004); Adiobo (2006) y Artavia *et al.* (2010) la supresión de *Pythium myriotylum* y otros hongos patógenos mediante las enmiendas orgánicas del suelo es una alternativa viable y está determinada por el contenido y por la calidad de la materia

orgánica. Según Carter (2002), Zmora *et al.* (2007) y Zmora *et al.* (2008) el compost y el humus actúan como suplementos para el suelo, los cuales permiten el fortalecimiento de la planta, que a su vez presenta resistencia a enfermedades por la concentración de materia orgánica que mejora la estructura del suelo.

La pudrición de las raíces causada por *R. solani* fue controlada en chícharo, frijol y remolacha, al incorporar al suelo compost preparado con desechos orgánicos domésticos (Schuler, 1989). El uso de compuestos orgánicos, en la mayoría de los casos presenta un efecto supresivo en la reducción de la severidad de las enfermedades y de la población del organismo patógeno en el suelo (Páez, 1993; Santos y Betiol, 2003; Blum y Rodríguez Kabana, 2004 y Veeken *et al.*, 2005), pues la materia orgánica activa la microbiota, provoca alteraciones del pH y la conductividad eléctrica de los suelos, factores que incrementan la supresividad de los suelos a los microorganismos patógenos. El estiércol y los abonos orgánicos poseen altas poblaciones de microorganismos celulolíticos (Galindo *et al.*, 2008); estos microorganismos producen celulasa, enzima especialmente importante en la degradación de la pared celular de *Oomycetes*, constituida principalmente por celulosa y *beta* glucanos (Inglis y Kawchuk, 2002; El-Tarabily, 2006; Rossman y Palm, 2006). Los abonos de origen animal han sido utilizados como fuente de microorganismos celulolíticos para la degradación de broza, residuos animales (Kim *et al.*, 2004, Terry *et al.*, 2004) y como fuente de microorganismos supresores de *Pythium* (Inglis y Kawchuk, 2002). La fertilización influyó positivamente en el rendimiento en los tres años. Comparados con el control sin fertilizar, este fue significativamente mayor en los tratamientos donde se aplicó el 100 % de NPK y el 50 % NPK + *EcoMic*[®]. En los tres años de estudio en la malanga del género *Xanthosoma* la combinación *EcoMic*[®] + 50 % NPK resultó la más idónea, sin diferencias significativas con los tratamientos 100 % NPK, 25 % NPK + *EcoMic*[®] + Compost y 25% NPK + *EcoMic*[®] + Humus de lombriz. Estos tratamientos

resultaron significativamente superiores al control, *EcoMic*[®], compost y humus solos, 50 % NPK + Humus, 50 % NPK, 50 % NPK + Compost (Tabla 22). Durante los tres años la combinación *EcoMic*[®] + 50 % NPK resultó ser la más efectiva, sin diferencias significativas con el tratamiento donde se aplicó el 100 % NPK, 25% NPK + *EcoMic*[®] + compost y 25 % NPK + *EcoMic*[®] + humus de lombriz, al obtenerse los valores más elevados en cuanto al rendimiento total de la malanga del género *Colocasia*, y difieren significativamente con el control sin fertilizar y del resto de los tratamientos empleados (Tabla 22).

La influencia positiva de la fertilización sobre el rendimiento está relacionada con la estimulación del crecimiento de las plantas, así como la protección contra el ataque de organismos patógenos conferida por los fertilizantes orgánicos y biológicos. Khalil *et al.* (2001), Bolleta *et al.* (2002) y Hernández y Guzmán (2002) asociaron el aumento de la altura de la planta y el rendimiento total a la presencia de micorrizas.

Resultados similares obtuvieron Übrahim y Muhammet (2001) y Veito *et al.* (2004) en cuanto a la altura, supervivencia de las plantas y rendimiento en masa seca del primer corte, en alfalfa. Ruíz (2001) obtuvo un incremento en el aprovechamiento de los fertilizantes, así como en los rendimientos, para plantas de malanga micorrizadas y redujo las dosis de NPK entre 25 y 50 %. Los reportes en la literatura sobre el efecto de los Hongos Micorrícicos Arbusculares en combinación con fertilizantes minerales son muy escasos en malanga, no obstante, se informan algunos resultados, sobre todo en relación con las aplicaciones de fósforo (Portieles y Ruíz, 1992). El INCA (2008) validó que los Hongos Micorrícicos Arbusculares incrementaron el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas, entre 20 y 60 %, así como el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo, y, por consiguiente, disminuyeron los costos por concepto de aplicación de estos insumos, no degradaron los suelos y contribuyeron a su regeneración.

Por su parte Ferrer y Herrera (1991) indicaron que la utilización de los Hongos Micorrícicos Arbusculares en los cultivos no implica que se deje de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y se puede disminuir la dosis entre el 50 y 80 %.

Tabla 22. Efecto de la fertilización sobre el rendimiento (t ha⁻¹) en el cultivo de las malangas *Xanthosoma* y *Colocasia*

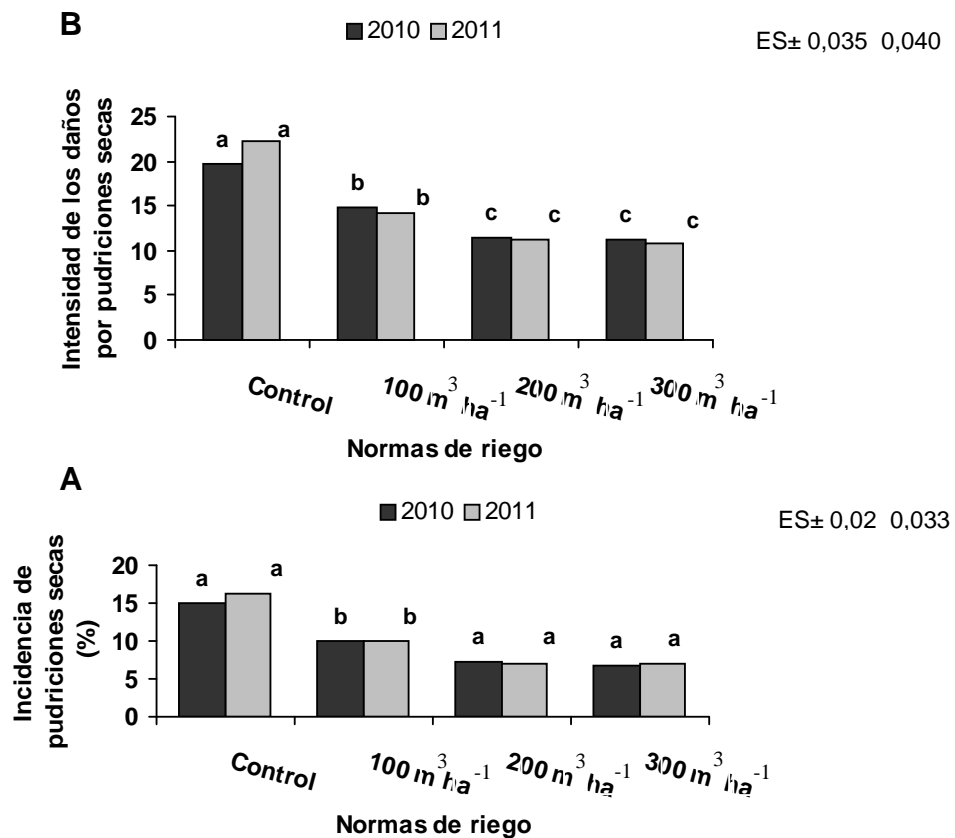
Tratamientos	Rendimiento Total (t ha ⁻¹)	
	<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
Control	26,48 e	28,25 e
<i>EcoMic</i> [®]	36,86 c	35,39 d
50 % NPK	37,44 b	37,40 d
50 % NPK + <i>EcoMic</i> [®]	43,12 a	63,25 a
25 % NPK + <i>EcoMic</i> [®] + humus de lombriz	42,11 a	58,00 ab
25 % NPK + <i>EcoMic</i> [®] + compost	42,22 a	60,07 a
50 % NPK + humus de lombriz	36,75 b	51,97 b
50 % NPK + compost	38,95 b	57,46 b
Humus de lombriz	37,01 c	46,30 c
Compost	34,60 d	51,28 b
100 % NPK	43,66 a	65,35 a
ES	±0,45*	±0,55

*Medias sin letras en común en una misma columna difieren para p < 0,05 según dócima de Tukey

4.3.5. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en el cultivo de la malanga

La menor incidencia de las pudriciones en malanga *Xanthosoma* se obtuvo con un riego de 300 m³ ha⁻¹ (6,75 % en 2010 y 7,12 en 2011) sin diferencias significativas con el tratamiento donde se empleó como norma parcial de riego 200 m³ ha⁻¹ (7,22 % en 2010 y 7,07 % en 2011) y difieren significativamente del resto de los tratamientos empleados en el año 2010 con un intervalo de riego de 8 días; el control resultó ser el tratamiento de más

alta incidencia de pudriciones (14,99 y 16,15% en los años 2010 y 2011). Una respuesta similar se observó al evaluar la intensidad de los daños donde los tratamientos $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ fueron los de menor intensidad de daños, y según la escala utilizada para la evaluación la intensidad fue media, sin diferencias entre ellos, y estos difieren del resto de los tratamientos. El tratamiento control fue el que mostró una mayor intensidad de los daños (19,65 % y 22,23 % en 2010 y 2011), y fue media según la escala empleada (Figura 21A y B).



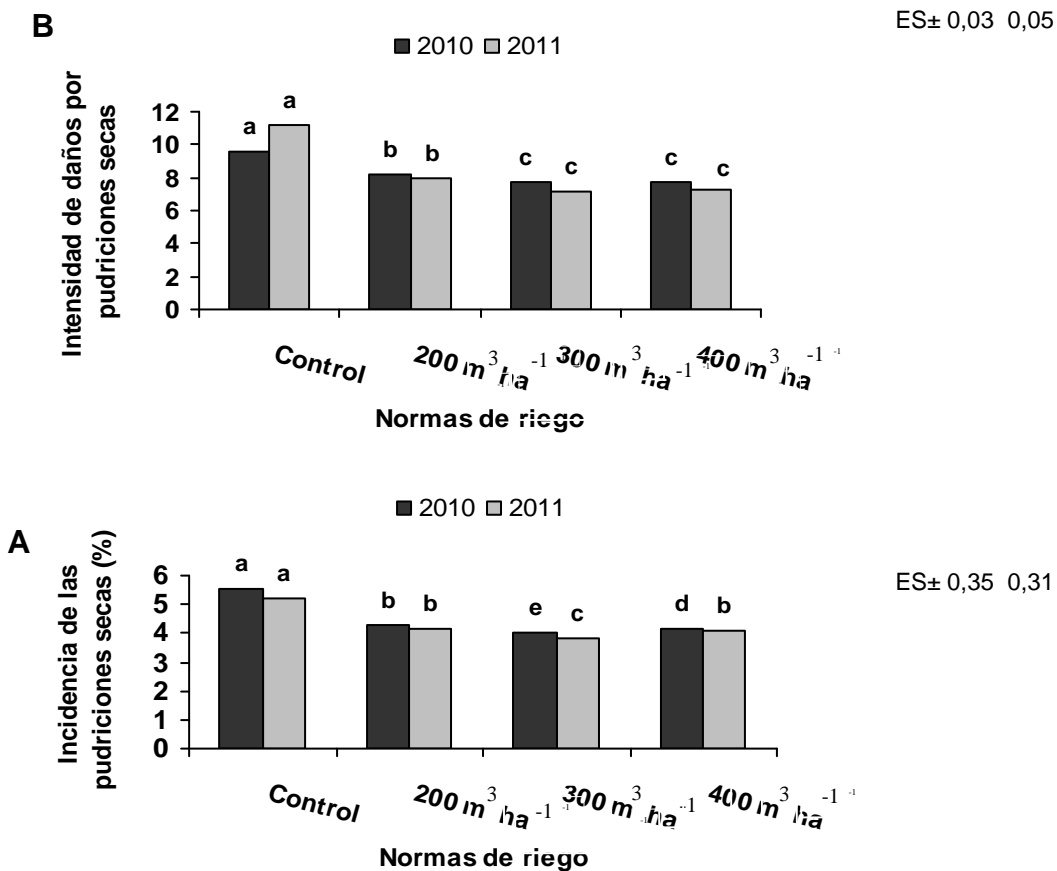
* Letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según dócima de Tukey

Figura 21. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en malanga *Xanthosoma*.

A) Incidencia, B) Intensidad de daños.

En la malanga *Colocasia* la menor incidencia de las pudriciones se obtuvo con un riego de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (3,81 % en el año 2010 y 4,01 % en el 2011), con diferencias significativas con

el resto de los tratamientos empleados. Una respuesta similar se observó al evaluar la intensidad de los daños donde los tratamientos $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (7,68 en 2010 y 7,11 en 2011) y $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (7,76 en 2010 y 7,27 en 2011) fueron los de menor intensidad de daños y según la escala utilizada la afectación fue baja, y el control mostró los valores más elevados de incidencia (5,51 % en 2010 y 5,20 % en 2011) e intensidad de daños por pudriciones (9,59 en 2010 y 11,18 en 2011). Al evaluar según la escala empleada fue baja en el primer año y media en el segundo (Figura 22 A y B).



*Medias con letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según décima de Tukey

Figura 22. Efecto del riego sobre las pudriciones secas en malanga *Colocasia*.

A) Incidencia, B) Intensidad de daños.

La malanga es un cultivo que necesita un adecuado suministro de agua para que se alcancen altos rendimientos (MINAG, 2012). Con las normas y el intervalo de riego empleados en la investigación no se produjo un encharcamiento de agua en el suelo. El tratamiento donde se emplearon las normas de riego más bajas, y en el tratamiento control, el suministro de agua no fue suficiente para que la planta alcanzara su máximo desarrollo, unido a ello en los meses finales del ciclo vegetativo se produjo una reducción drástica de las precipitaciones (Anexo 12), lo que provocó un estrés hídrico en la planta, la cual se hizo más susceptible al ataque de los patógenos, esta se considera la principal causa del incremento de la incidencia de las pudriciones secas en estos tratamientos.

El rendimiento de rizomas primarios y el rendimiento total fueron más elevados en la malanga *Xanthosoma* en el año 2010 con el tratamiento $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, el que mostró diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados. El rendimiento en rizomas secundarios fue mayor en el tratamiento anterior sin diferencias con el tratamiento de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, y difirió de manera significativa del resto de los tratamientos empleados, con los valores más bajos de rendimiento con el control. En el año 2011, el mejor tratamiento en el rendimiento de rizomas primarios y rizomas secundarios fue aquel donde se utilizó una norma parcial de riego de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, seguido del tratamiento $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sin diferencias entre ellos y difirió significativamente del resto de los tratamientos. En cuanto al rendimiento total, con $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ se obtuvo la mejor respuesta con diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos; el control resultó ser el tratamiento de más bajo rendimiento (Tabla 23).

En la malanga del género *Colocasia*, con el tratamiento de $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ se obtuvieron en los dos años evaluados los valores más altos en cuanto al rendimiento en rizomas primarios y rendimiento total con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. El rendimiento en rizomas secundarios en los años 2010 y 2011 fue mayor con el

tratamiento de 400 m³ ha⁻¹ sin diferencias significativas con el tratamiento 300 m³ ha⁻¹ en el año 2011, el cual difiere del resto de los tratamientos evaluados (Tabla 24).

Tabla 23. Efecto del riego sobre el rendimiento (t ha⁻¹) para el género *Xanthosoma*

Tratamiento	Rendimiento por año (t ha ⁻¹)					
	2010			2011		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Control	13,35 d	9,34c	22,70 d	14,14 c	9,94c	23,98 d
100 m ³ ha ⁻¹	16,86 c	13,11b	29,97 c	18,03 b	13,86b	31,89 c
200 m ³ ha ⁻¹	23,25 b	15,47 a	38,72 b	24,74 a	15,31 a	40,06 b
300 m ³ ha ⁻¹	25,09 a	15,79 a	40,88 a	25,12 a	16,14 a	41,26 a
ES	±0,42*	±0,24*	±0,52*	±1,58*	±0,28*	±0,30*

*Medias con letras diferentes en una misma columna difieren para p < 0,05 según dócima de Tukey

Tabla 24. Efecto del riego sobre el rendimiento (t ha⁻¹) para el género *Colocasia*

Tratamiento	Rendimiento por año (t ha ⁻¹)					
	2010			2011		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Control	22,75 d	13,61d	36,36 d	22,73 c	13,86c	35,59 d
200 m ³ .ha ⁻¹	32,96 c	16,81c	49,78 c	33,42 b	17,11b	50,53 c
300 m ³ .ha ⁻¹	37,53 b	18,17b	55,70 b	38,15 a	18,76 b	56,91 b
400 m ³ .ha ⁻¹	39,53 a	19,99 a	59,52 a	39,91 a	20,21 a	60,12 a
ES	±0,22*	±0,13*	±0,27*	±0,34*	±0,17*	±0,48*

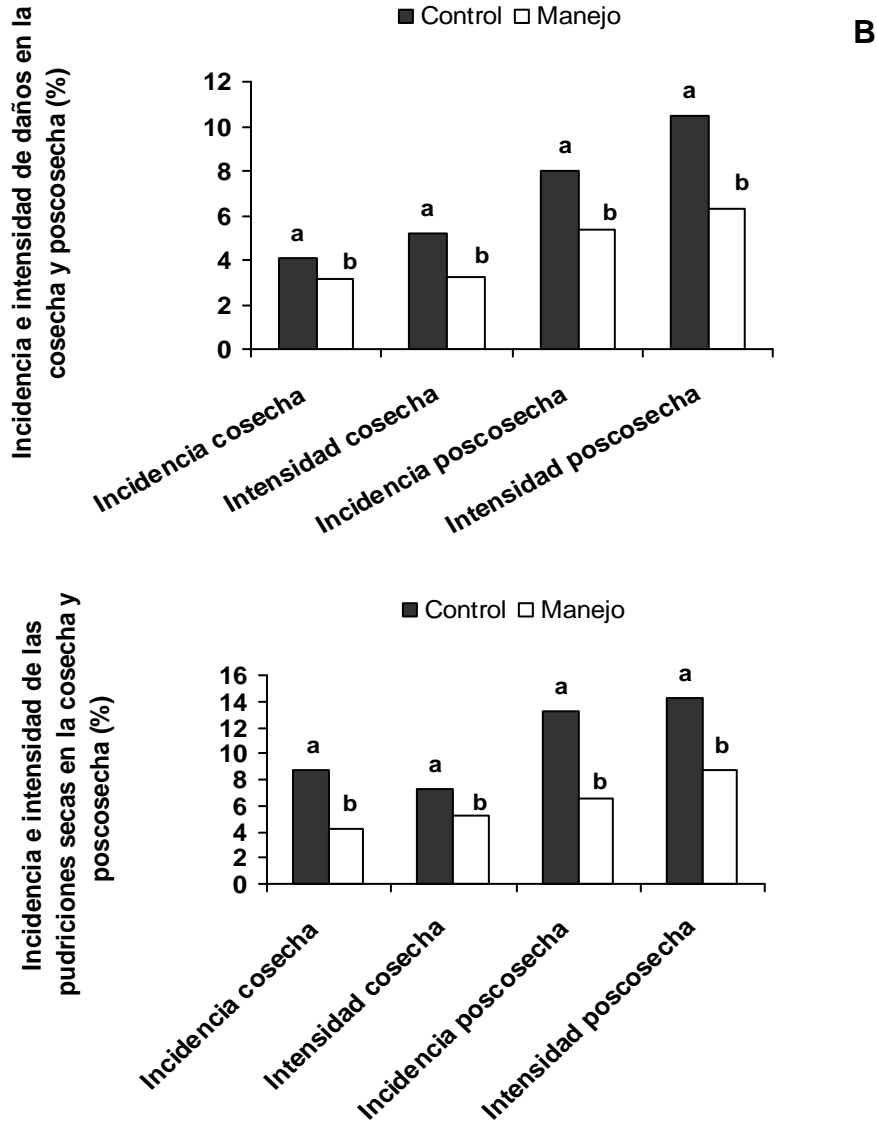
*Medias con letras diferentes en una misma columna difieren para p < 0,05 según dócima de Tukey

4.4. Establecimiento de un programa de manejo agrotécnico de las pudriciones secas

4.4.1. Efecto de diferentes métodos de manejo de las pudriciones secas

La incidencia y la intensidad de las pudriciones secas en el momento de la cosecha y en la poscosecha en ambos géneros de malanga fueron más bajas en el tratamiento donde se empleó el nuevo método de manejo cultural (Figura 23 A y B); estos indicadores disminuyen entre un 20 y un 35%. La intensidad de los daños en *Xanthosoma* y *Colocasia* se mantuvo en niveles bajos según la escala utilizada para la evaluación de este indicador. La incidencia y la intensidad de los daños de las pudriciones en la poscosecha se incrementaron en la malanga *Xanthosoma* (1,2 % y 1 % respectivamente) con la propuesta de manejo, comparadas con el control, donde se incrementó en un 5 % la incidencia y un 7 % la intensidad de los daños. Resultados similares se obtuvieron en malanga *Colocasia* donde se incrementó la incidencia y la intensidad de los daños en 1,2% y 2 % con el empleo del programa de manejo y un 4 % y 5 % con el control.

El rendimiento en rizomas primarios, rizomas secundarios y rendimiento total fue superior en malanga *Xanthosoma* en el tratamiento donde se utilizó el método para el manejo de las pudriciones secas, el cual mostró diferencias significativas con el tratamiento control. En la malanga *Colocasia* los resultados fueron similares, puesto que los valores más bajos en el rendimiento se obtuvieron en el tratamiento control, el que mostró diferencias significativas con el método propuesto (Tablas 25 y 26).



*Letras diferentes para un mismo año indican diferencias significativas para $p < 0,05$ según prueba de t (Student)

Figura 23. Incidencia e intensidad de los daños por pudriciones secas en la cosecha y poscosecha (A) *Xanthosoma*, (B) *Colocasia*.

Tabla 25. Rendimiento en rizomas primarios, rizomas secundarios y total en malanga *Xanthosoma*

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Control	14,07 b	11,28 b	25,35 b
Manejo	20,19 a	14,47 a	34,67 a
ES	±0,07*	±0,02*	±0,08*

*Medias con letras diferentes en una misma columna difieren para $p < 0,05$ según prueba de t (Student)

Tabla 26. Rendimiento en rizomas primarios, rizomas secundarios y total en malanga *Colocasia*

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)		
	Rizomas primarios	Rizomas secundarios	Total
Control	23,39 a	14,43 d	37,83 b
Manejo	27,89 a	15,31 b	44,66 a
ES	±0,07*	±0,02*	±0,08*

*Medias con letras diferentes en una misma columna difieren para $p < 0,05$ según prueba de t (Student)

4.4.2. Evaluación de la efectividad económica de los resultados

Para contar con la argumentación necesaria en la realización de un análisis de carácter económico, todos los cálculos fueron dirigidos a conocer la incidencia que sobre los costos directos de producción provocan los cambios en la tecnología al utilizar las plantas *in vitro* como material de plantación, y la utilización del *EcoMic*[®] como mejorador de la eficiencia en el uso del fertilizante, aglutina las partículas de suelo y puede inducir acción protectora en la planta contra algunos patógenos del suelo (Tabla 27). A partir de esta

consideración, los costos directos de producción para cada uno de los tratamientos resultaron:

Tabla 27. Costo de una hectárea para cada tratamiento

Tratamiento	Costos (pesos/ ha)	
	<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
Control	18 847,08	20 142,01
Propuesta de Programa de Manejo	22 173,03	23 381,03

En cuanto al valor de la producción obtenida (cantidad de quintales de malanga a 190,00 pesos/quintal en malanga *Xanthosoma* y a 200 pesos/quintal en malanga *Colocasia*), los cálculos se realizaron a partir de multiplicar las cifras correspondientes con los valores medios de rendimiento, obteniéndose los valores más elevados con el tratamiento donde se utilizó el programa de manejo en ambos géneros (Tabla 28).

Tabla 28. Valor de producción para cada tratamiento

Tratamientos	Valor de la producción (pesos/ ha)	
	<i>Xanthosoma</i>	<i>Colocasia</i>
Control	104 518,05	155 973,09
Propuesta de Programa de Manejo	142 944,41	184 133,18

Una vez realizados los cálculos anteriores se pudo determinar la efectividad económica a nivel experimental, donde:

Efectividad económica del tratamiento donde se empleó el Programa de Manejo agrotécnico en malanga *Xanthosoma*:

$$V_{pn} = 142\,944,41 \text{ pesos/ha}$$

$$V_{pb} = 104\,518,05 \text{ pesos/ha}$$

$$C_{pn} = 22\,173,03 \text{ pesos/ha}$$

$$C_{pb} = 18\,847,08 \text{ pesos/ha}$$

$$E_c = (142\,944,41 - 22\,173,03) - (104\,518,05 - 18\,847,08)$$

$$E_c = 120\,771,38 - 85\,670,97$$

$$E_c = 35\,100,41 \text{ pesos/ha}$$

Efectividad económica del tratamiento donde se empleó el Programa de Manejo agrotécnico en malanga *Colocasia*:

$$V_{pn} = 184\,133,18 \text{ pesos/ha}$$

$$V_{pb} = 155\,973,09 \text{ pesos/ha}$$

$$C_{pn} = 23\,381,03 \text{ pesos/ha}$$

$$C_{pb} = 20\,142,01 \text{ pesos/ha}$$

$$E_c = (184\,133,18 - 23\,381,03) - (155\,973,09 - 20\,142,01)$$

$$E_c = 160\,752,15 - 135\,831,08$$

$$E_c = 24\,921,07 \text{ pesos/ ha}$$

A pesar de que el programa de manejo presentó los costos de producción más elevados, se obtienen los mayores ingresos, pues el rendimiento del cultivo se incrementa entre un 20-30 % con respecto al tratamiento base. Los resultados del análisis de la Efectividad Económica evidenciaron que el tratamiento donde se aplicó el programa de manejo agrotécnico fue económicamente más rentable que el Control. A partir de un análisis de este resultado se hace incuestionable que la nueva tecnología propicia una efectividad económica para cualquier productor.

Por estas razones y por constituir el Dicofol un producto de importación y a la vez poco efectivo para el combate de los agentes causales de las pudriciones secas, esto se convierte en una solución de baja sostenibilidad. Todo lo contrario, sucede con el uso del *EcoMic*[®], el cual es un producto nacional que no depende de importaciones, y permite

entre otras cosas la protección de la planta y el ahorro de fertilizantes químicos lo que le confiere una alta sostenibilidad.

Propuesta de Programa de Manejo Agrotécnico

El control cultural es la manipulación directa del agroecosistema con la finalidad de hacerlo menos favorable para el desarrollo de organismos nocivos, por esta vía se reduce el ritmo de aumento de una población y la cantidad de daños. Las medidas culturales son prácticas agronómicas que han estado en uso por largo tiempo y constituyen un ejemplo de métodos aplicados con el objetivo de prevenir las plagas. La necesidad de emprender en el cultivo de la malanga un programa de manejo integrado de las pudriciones secas, es un requisito importante para estabilizar e incrementar los rendimientos con producciones satisfactorias y se sustenta en el empleo de alternativas de gran significación, como son: la rotación de cultivos, la preparación del suelo, el manejo de fechas de plantación y cosecha, la fertilización y el uso de variedades resistentes, el manejo del riego, entre otros. A continuación, se propone un programa de manejo agrotécnico, que, aplicado integralmente, puede reducir la incidencia de este síndrome y llevar a obtener rendimientos de forma estable. Estas medidas son las siguientes:

1. Emplear plantas producidas *in vitro* como punto de partida para la producción de un material de plantación sano.
2. Realizar la plantación entre los meses de febrero-mayo, aunque es posible plantar en todos los meses del año. Realizar la cosecha a los 12 meses después de la plantación. No extender el tiempo de la cosecha sobre todo en los clones del género *Xanthosoma*, pues se incrementa la incidencia de la enfermedad al realizar la cosecha después de los 12 meses.

3. Recubrir la semilla con EcoMic® (125 - 220g.600 mL de agua⁻¹) antes de la plantación. Aplicar fertilizante orgánico a razón de 500g planta⁻¹ (compost o humus de lombriz) ya sea solo o combinado con fertilizantes químicos.
4. Emplear clones que presenten una menor afectación en intensidad de daños por la enfermedad, tales como: 'INIVIT MX 95-1', 'INIVIT MX 95-2', 'INIVIT MX 2007' de malanga *Xanthosoma* y 'Camerún 14' e 'INIVIT MC 2005', de malanga *Colocasia*. En los lugares donde la incidencia de la enfermedad es muy alta, se recomienda incrementar las áreas de malanga *Colocasia*, por ser los clones de este género más tolerantes a la enfermedad.
5. Aplicar el riego con una norma parcial de 300 m³ ha⁻¹ con un intervalo de riego de 7-8 días en malanga *Colocasia* y de 9-10 días en malanga *Xanthosoma*.
6. Se debe realizar la plantación de malanga en suelos donde no han existido afectaciones por las pudriciones secas por un período de cinco años como mínimo. Es recomendable la rotación con la mayoría de los granos y hortalizas, al igual que dejar el suelo en barbecho. Si se presentan síntomas de pudriciones secas en los rizomas y se observan daños en el rendimiento por esta causa, es importante valorar el cultivo a plantar, al tener en cuenta la susceptibilidad del mismo al complejo de patógenos que originan estas afectaciones e intensificar las labores de preparación del suelo y el tiempo antes de plantar.

5. CONCLUSIONES

1. Las pudriciones secas de la malanga se detectaron en 114 de los 119 municipios encuestados, con mayor incidencia en época de primavera. En el momento de la cosecha, los rizomas primarios y secundarios presentaron daños entre 20 y 40 % respectivamente.
2. El origen del material de plantación y su manejo constituyen las causas principales del incremento de la incidencia de la enfermedad en Cuba.
3. La incidencia de las pudriciones secas fue mayor en la región occidental del país y en suelos ferralíticos. De los dos géneros, la malanga *Xanthosoma* presentó mayores valores de incidencia y severidad de los daños por las pudriciones secas.
4. Los principales agentes fitopatógenos causantes de la enfermedad, aislados e identificados en Cuba, fueron: *F. oxysporum*, *S. rolfsii* y *Rhizoctonia* spp. *F. oxysporum* ocasiona la mayor incidencia seguido de *S. rolfsii* y *Rhizoctonia* spp.
5. Las labores agrotécnicas (clones, época de plantación y momento de cosecha, tipo de material de plantación, la fertilización y el riego), influyeron sobre la incidencia y la intensidad de los daños de las pudriciones secas.
6. Con el empleo de las plantas producidas *in vitro* como material de plantación, disminuyó el porcentaje de incidencia y la intensidad de los daños por las pudriciones secas en 50 % y se incrementó el rendimiento entre un 25-30 %.

7. Los clones 'INIVIT MX-95-2', 'INIVIT MX-95-1' e 'INIVIT MX-2007' de *Xanthosoma*, e 'INIVIT MC-2005' y 'Camerún 14', de *Colocasia*, mostraron la menor afectación por las pudriciones secas, cuando se plantaron en los meses de febrero a mayo los primeros, y en febrero los segundos y fueron cosechados a los 12 meses después de plantados, con una norma parcial de riego de 300 m³ ha.
8. La incidencia e intensidad de los daños por las pudriciones secas disminuyó en un 40-50 % en los tratamientos donde se recubrió con EcoMic® o se aplicó compost o humus de lombriz, ya sea solo o combinado con fertilizantes químicos, con un incremento de los rendimientos entre un 20 y un 40%.
9. El programa de manejo agrotécnico propuesto, permitió disminuir entre un 20-35 % la incidencia y la intensidad de los daños producidos por las pudriciones secas, y presentó mayor rentabilidad y eficiencia económica para los productores.

6. RECOMENDACIONES

1. Aplicar el programa de manejo agrotécnico en las diferentes regiones del país donde la incidencia de las pudriciones secas es elevada.
2. Evaluar la efectividad del programa de manejo propuesto en otro tipo de suelos.
3. Proponer el estudio de un programa de Manejo Integral del Cultivo de la malanga donde intervengan los métodos de control cultural, el control biológico y químico, con el objetivo de disminuir la incidencia de las pudriciones de los rizomas en la malanga.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams, P. B.; Henis; C.; G. Papavizas and J. A. Lewis. 1982. Penetration of sclerotia of *S. rolfsii* by *Trichoderma* spp. Abstract. *Phytopathology*. 72(6): 707.
2. Agrios G. N. 1995. *Fitopatología*. 2da ed. LIMUSA. México, Distrito Federal. 387 p.
3. Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. Fifth edition. Academic Press. San Diego. 922 p.
4. Ahmed, M.A., Salid, E. A. and El Falal, A. B. 1995. The roles of biofertilizers on suppression of *R. solani* root rot disease of broad beans. *Abstract on Tropical Agriculture* 20(2): 136 p.
5. Alfaro, J. 2010. Comportamiento agromorfológico de 18 accesiones cultivadas del banco de germoplasma quequisque (*Xanthosoma* spp.) de Nicaragua, CENIAB-Intamanagua. Universidad Nacional Agraria, Tesis UNA. 25 p.
6. Amayama, A. 2006. Biological control of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) root rot disease caused by *Pythium myriotylum* Dreschl; importance of soil organic matter content and cultural practices. Thesis submitted in fulfilment of the degree of Doctor (Ph. D) in applied Biological Sciences: Agricultural Sciences. Universiteit Gent. 226 p.
7. Anthofer J and Kroschel J. 2005. Above ground biomass, nutrients and persistence of an early and late maturing *Mucuna* variety in the forest and savannah transitional zone of Ghana. *Agriculture, Ecology & Environment*. 110, 59-77.
8. Arias, G., I. 1998. *Araceae*. Fascículo 1/1. En: *Flora de la República de Cuba*. Serie A. Plantas vasculares. Koeltz Scientific Books. Koenigstern/ Federal Republic of Germany. - 46p.

9. Artursson, V., Finlay, R. D. and Jansson, J. K. 2006. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. *Environ. Microbiol.* 9 (1): 1-10.
10. Bandyopadhyay, R.; Mwangi, M.; Aigbe, S. O. and Leslie, J. F. 2006. *Fusarium* species from the cassava root rot complex in West Africa. *Phytopathology* 96: 673-676
11. Bejarano, C. A.; Zapata, M.; Bosques, A.; Rivera, E. and Liu, L. 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.
12. Bendaña. G. 2009. Potencial Agroalimentario y Agroindustrial del Trópico Húmedo de Nicaragua. 210 p. www.inta.gob.ni/biblioteca/protocolos/1ra.../aet-proprotoc.doc
Consultado 5 de mayo 2010.
13. Berniac, M. 1974. Une meladie bacteriane de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott. *Annales Phytopathologie.* 6(2): 197-202.
14. Blanco, J. E. 2008. Diagnóstico e incidencia de “Cuero de sapo” y “Putridiones radiculares”; en plantaciones comerciales del cultivo yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), en Nueva Guinea, RAAS, Nicaragua. Protocolo de Investigación del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, INTA Centro Sur.
15. Blum, L. E. B. and Rodríguez-Kabana, R. 2004. Effect of soil organic amendments on sclerotial germination, mycelial growth and *Sclerotium rolfsii*-induced diseases. *Fitopatología Brasileira* 29: 66-74.

16. Bolletta A., Venanzi S. and Krüger. H. 2002. Respuestas del cultivo de trigo a la inoculación con biofertilizantes en el sur de la provincia de Buenos Aires. INTA. Rivadavia 1439 (1033). Buenos Aires, Argentina. 6 p.
17. Bull, R. A. 1960. Macronutrient deficiency symptoms in cocoyams (*Xanthosoma* sp.) J. W. Afric. Inst Oil Palm Res: 3:181-186.
18. Burgers P., Ketterings Q M. and Garrity D P. 2005. Fallow management strategies and issues in Southeast Asia. Agriculture, Ecology & Environment 110, 1-13.
19. Cabrera, M.; Gómez, R.; Basail, M.; Santos, P.; Medero, V.; López, J. 2009. Protocolo para la formación de microtubérculos de ñame (*Dioscorea alata* L.) en sistema de inmersión temporal. Revista Colombiana de Biotecnología. 11(2): 19-30.
20. Cabrera, M.; Gómez, R.; Basail, M.; Santos, P.; Medero, V.; López, J. 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.
21. Calzadilla, M. Vitoria, H y Méndez, J. R. 2012. Densidad de siembra para la producción de semillas de ocumo blanco (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en la Estación Experimental Hortícola San Agustín de la localidad La Guanota del municipio Caripe, estado Monagas, Venezuela. Acta Universitaria. 22 (1): 15-21.
22. Carter, M. R. 2002. Soil quality for sustainable land management: Organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. Agronomy Journal 94, 38-47. p.
23. Castañeda, R. F. 2001. Identificación de hifomicetes causantes de enfermedades en hortalizas comunes en Cuba. Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor

en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santa Clara. 101 pp.

24. Castellón María del Carmen, Fuentes Vega, H, Díaz Pérez, H y Romero, N. 1990. Valoración de la resistencia de clones promisorios de malanga *Xanthosoma* frente a ácaros del género *Rhizoglyphus*. Manuscrito en biblioteca INIVIT.
25. Castillo, J., Castillo, M., 2004. Labores básicas para la producción de Ocumos (*Xanthosoma* sp. y *Colocasia* sp.) y notas sobre su comercialización en Venezuela. En *Las Aráceas Comestibles: Ocumo y Taro*. Ediciones OPSU. Caracas, Venezuela. pp. 73-89.
26. Centeno, B., Orozo, C. 2009. Caracterización morfológica de 18 accesiones del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* en condiciones del CENIAB-INTA, Managua. Universidad Nacional Agraria Tesis UNA. 41 pp.
27. Chung, T. Y.; Hwang, L. J. and P. J. Ann. 2001. Application of antagonistic microorganisms in double-layers of vermiculite to control of seedling damping-off caused by *Rhizoctonia solani*. *Plant Pathology Bulletin* 10 (1): 1-10.
28. CIMMYT.1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D. F., México: Centro de Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. ISBN 968-6127-24-0. 21-22 p.
29. Cordero, M. 1986. Origen, distribución y clasificación botánica de la Yautía. En: Curso Nacional de Yautía. 20-24 de mayo de 1986. FAO. La Herradura. Santiago de los Caballeros. R. D. 1-5 p.

30. Craft C., Nelson E. 1996. Microbial properties of composts that suppress damping-off and root rot of creeping bentgrass caused by *Pythium graminicola*. *Applied and Environmental Microbiology* 62: 1550-1557.
31. Cuba, Ministerio de la Agricultura. 1998. Instructivo Técnico del Cultivo de la Malanga. La Habana: MINAG. 34 p.
32. Cuervo, U. Y., Soroa, C. A., Basante, B.G. 1998. Respuesta del chile inoculado con micorrizas al ataque de *F. oxysporum* y *R. solani* durante el trasplante bajo condiciones de invernadero. Tercer Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal. Junio 1-5. La Habana. Cuba. Resumen. p. 466.
33. Cupull, S. R., Sánchez, C., Ferrer M. Cupull Santana, María del C. y Navarro C. P. 2000. Efecto de *Trichoderma*, *Azotobacter* y micorrizas como estimulantes y de control de *R. solani* en el suelo, en la producción de posturas de cafeto. *Centro Agrícola*, 27 (4): 27-28.
34. Danon M., Zmora-Nahum S., Chen Y., Hadar Y. 2007. Prolonged compost curing reduces suppression of *Sclerotium rolfsii*. *Soil Biology and Biochemistry* 39:1936-1946.
35. Darby, H. M. Stone, A.G. and Dick, R. P. 2006. Compost and manure mediated impacts on soil-borne pathogens and soil quality. *Soil Science Society of American Journal*, 70, 347-358.
36. Dávila Martínez, A. Herrera, Isla, L., Espinosa, Cuéllar, E. y Folgueras Montiel, Maryluz. 2010. Hongos asociados a las pudriciones secas (Género *Colocasia*) en varias localidades de Cuba. *Centro Agrícola*, 37 (3): 17-21.
37. Dávila Martínez, A., Herrera, Isla, L., Folgueras Montiel, Maryluz y Espinosa Cuéllar, E. 2011. Hongos asociados a las pudriciones secas (Género *Xanthosoma*) en varias localidades de Cuba. *Centro Agrícola*, 38 (4): 13-19.

38. Diáñez, F., Santos, M., Tello, J.C. 2007. Suppressive effects of grape marc compost on phytopathogenic oomycetes. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 40: 1-18.
39. Díaz Castellanos, M. 2011. Incidencia de *Rhizoctonia* spp., *Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina* en frijol común en Villa Clara. Bases para el Manejo Integrado. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 91 p.
40. Diedhiou, P. M., Hallmann, J., Oerke, E. C. and Dehne, H. W. 2003. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and a non-pathogenic *Fusarium oxysporum* on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato. *Mycorrhiza*. 2003. 13(4):199-204.
41. Dye, W. W. 1980. International standards for naming pathovars of phytopathogenic bacteria and a list of pathovar names and pathotypes strains. *Review of Plant Pathology* 59(4): 153-168.
42. Elango, F. 1998. Enfermedades en la producción de raíces y tubérculos. San José Costa Rica, EARTH. 35 p.
43. El-Tarabily K. A. 2006. Rhizosphere-competent isolates of streptomycete and non-streptomycete actinomycetes capable of producing cellwall-degrading enzymes to control *Pythium aphanidermatum* damping-off disease of cucumber. *Canadian Journal of Botany* 84: 211-222.
44. Epstein, E. 1994. Mineral Nutrition of Plants. Principles and Perspectives, Wiley. Nueva York. 156 p.

45. Espinosa E, Herrera, L y Maryluz Folgueras. 2003. Incidencia de las pudriciones secas de la malanga (*Xanthosoma* spp. y *Colocasia esculenta* Schott.). Centro Agrícola, 30 (2): 49-55.
46. Esqueda-Valle, M. y M. Zenteno-Zevada. 1991. Efecto del acolchado con polietileno sobre la microflora asociada a un cultivo de frijol. Anales de Inst. de Biología. Univ. Autónoma de México. Serie Bot. 61(1): 11-20.
47. FAO. 1993. Valor nutritivo y usos en alimentación humana de algunos cultivos autóctonos subexplotados de mesoamérica. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación FAO. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. p. 78-81.
48. FAO. 2007. Biodiversity International Edible Aroid Conservation Strategies. Global Crop Diversity Trust, a foundation for food security. Food and Agriculture Organization of the UN, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
49. FAO. 2010. <http://personales.com/mexico/villahermosa/raices/malanga.htm> Fecha de consulta 17/junio/2010.
50. FAO.1996. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Preparado para la Conf. Técn. Internac. sobre los Recursos Fitogenéticos. Leipzig, Alemania, junio-1996. 75 p.
51. FAOSTAT.2007.
<http://www.fao.org/regional/lamerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm#f26#f26>) Consultado 21/abril/2008.
52. Ferrer, R. y Herrera, R. 1991. Breve reseña sobre los biofertilizantes. La Habana: IES-CITMA. 50 p.

53. Folgueras Maryluz y Herrera, L. 2006. Relación de hongos patógenos y asociados a las pudriciones secas de la malanga género *Xanthosoma*. Centro Agrícola, 33 (1): 21-25 p.
54. Folgueras Maryluz. 2010. Las pudriciones radicales de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Cuba. Etiología. Epifitología y manejo. Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 98 p.
55. Folgueras, M., Rodríguez, S., y Herrera, L. 2009. El mal seco de la Malanga: Una enfermedad manejable con tecnología de base Agroecológica. Agricultura orgánica II. Cuba. 25-26 p.
56. Folgueras, Maryluz., Espinosa E., Rodríguez, S., Pérez Delia, Marañón, I. y Díaz, O. 2002. Estudio de genotipos como parte de un proyecto de fitomejoramiento participativo. Informe final proyecto.
57. Galindo, J., González N., Delgado D., Sosa A., Marrero Y., González R., Aldana A.I., Moreira O. 2008. Efecto modulador de *Leucaena leucocephala* sobre la microbiota ruminal. Zootecnia Tropical 26(3): 249-252.
58. García, C., Pascal J.A., Mena, E., Hernández T. 2004. Influence of the stabilization of organic materials on their biopesticide effect in soils. Bioresource Technology. 95:215-221.
59. García, M. 1990. Generalidades sobre el cultivo de la malanga. Santo Domingo: INIVIT. Conferencia mecanografiada. 8 p.
60. García, M., Rodríguez, S., Mederos, V. y López, J. 1998. Desarrollo de la embriogénesis somática en malanga En: III Encuentro Latinoamericano de Biotecnología Vegetal, Resúmenes. La Habana. 155 pp.

61. Giacometti, D. C. y J. León .1994. Tannia, Yautía (*Xanthosoma sagittifolium*) En., J. E. Hernando Bermejo and J. León. Vegleted crops: 1942 from a Different Perspective. Plant Production and Protection Series Nro 26 FAO, Rome, Italy p. 253-258.
62. Gillon, C., St-Armand, M., Hamel, C., Jabaji-Hare, S. H. 2002. Differential and systemic alteration of defence related gee transcript levels in mycorrhizal bean plant infected with *Rhizoctonia solani*. Canadian Journal of Botany 80, 305-315.
63. Glazebrook, J. 2005. Contrasting mechanism of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. Annu. Rev. Phytopathol. 43: 1-23.
64. Gola, N. C. 1969. Tratado de Botánica. Edit. Rev. Instituto del Libro. 342 pp.
65. Gollifer, D. E. and Booth, R. H. 1973. Storage losses of Taro corms in the British Solomon Islands Protectorate. Annals of Applied Biology. 73: 349-359.
66. Gómez Arias, N. 1983. Germoplasma de Aráceas Alimenticias en Colombia. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Departamento de procesos Químicos y Biológicos. Sección de Alimentos. Cali. Colombia. 42 p.
67. González Rabelino, P., Herrera Isla, L., Suárez, Norma; Díaz, M.; Pérez, C. y Saucedo, O. 2002. La solarización como medida fitosanitaria. III. Efecto sobre la supervivencia de hongos fitopatógenos del suelo. Rev. Centro Agrícola. 4 (28): 91-92.
68. González, M. y Pupo, E. 1985. Algunos resultados sobre desinfección de semillas de frijol mediante fungicidas contra *M. Phaseolina*. Ciencia y Técn. de la Agric. Protección de Plantas 8(4): 59-64.
69. González, Moya, Yilian; Hernández, R., González, J. E.; Beovides, Y. y Dunia Horta. 2002. Método eficiente para el diagnóstico del DMV en malanga. En evento '35 Aniversario de INIVIT'. Santa Clara. Cuba.

70. Grinstein, A.; Orion, D.; Greenberger, A. and Katen, J. 1979 a. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of the soil. Plant disease Reporter 63: 199-201.
71. Guardiola, J. L. y García, Amparo, L. 1990. Absorción, transporte y metabolismo de los elementos minerales. En F. Veg. I: Nutrición y Transporte. Ed. C. De la Vida: España. 65-123 p.
72. Harrier, L. A., Watson, C. A. 2004. The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. Pest. Manag. Sci. 2004. 149-157.
73. Henis, Y., Adams, P. B., Lewis, J. A. and Papavizas, G. C. 1983. Penetration of Sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma* spp. Phytopathology. 73:1043-1046.
74. Henis, Y.; J. A. Lewis y G. C. Papavizas. 1984. Interactions between *Sclerotium rolfsii* and *Trichoderma* spp. Relationship between antagonism and disease control. Soil Biol. Biochem. 16: 391-395.
75. Hernández A.; Pérez, J. M.; Bosh, D.; Rivero, L. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana: 64.
76. Hernández, A., Bigiramana, Y; Audenaert, K. y Hofte, M. 2002. Inducción de resistencia en plantas por rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en los sistemas de frijol-*Colletotrichum lindemuthianum* y Tomate- *Botrytis cinerea*. INCA. LPP. Universidad de Gent. Bélgica. BF-C.2. pp. 53. VI Taller de Biofertilización en los trópicos. XIII Congreso Científico. INCA. República de Cuba. Nov. 12-15. Programa y Resúmenes.

77. Hernández, B. J. y León, J. 1992. Cultivos marginados, otra perspectiva de 1492. Colección FAO: Producción y Protección vegetal Nro.26. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
78. Hernández, M. y L. Guzmán. 2002. Efecto de la biofertilización en el cultivo de la soya. En: XIII Congreso Científico. INCA. República de Cuba. Nov. 12-15. Programa y Resúmenes. VI Taller de Biofertilización en los trópicos. BF-P.34. p. 65.
79. Hernández, R.; González, J. E; Beovides, Y., Yilian González y Adela Pairoi. 1999. Diagnóstico y saneamiento del DMV en el cultivo de la malanga. Conferencia a miembros de las BTJ.
80. 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.
81. Herrera, L. y Mayea, S. 1994. Fitopatología General. Editorial Félix Varela. La Habana. 343 pp.
82. Herrera, L., Espinosa, E., y Maryluz Folgueras. 2004. Los agentes causales de las pudriciones secas de la malanga (*Xanthosoma* spp. y *Colocasia esculenta* Schott). Revista Fitopatología, Sociedad Latinoamericana de Fitopatología, Número 1, Año 2004. ISSN 0430-6155.
83. Herrera, L., González, P., Pérez, C., Díaz, M y Saucedo, O. 2002. La solarización, una alternativa fitosanitaria para el tratamiento del suelo. Ponencia presentada "35 Aniversario, INIVIT".
84. Herrera, L.; Camara, M. y Milanes, P. 1990. Bioecología y Métodos de lucha contra hongos fitopatógenos del suelo en Cuba III. UCLV. 106 pp.

85. Hidalgo, Nancy; Saborio, F., Gómez, L, y Torres S. 2007. Estudio preliminar de patógenos relacionados con el mal seco en tequisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*). Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica. 12 pp.
86. Hoitink, H. A. J., Boehm M. J. 2001. Control biológico en comunidades microbianas del suelo: un fenómeno de dependencia de sustrato FORO. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) (62): 4-17.
87. Hoitink, H. A. J., Boehm, M. J. and Hadar, Y. 1993. Mechanisms of suppression of soilborne plant pathogens in composts-amended substrates. In: H.A.J. Hoitink y H.M. Keener (eds). Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Renaissance Publications. pp. 601-621.
88. Holiday, P. 1980. Fungus diseases of Tropical Crops. Cambridge University Press. Cambridge. 607 p.
89. Inglis G.D., Kawchuk L.M. 2002. Comparative degradation of oomycete, ascomycete, and basidiomycete cell walls by mycoparasitic and biocontrol fungi. Canadian Journal of Microbiology 48: 60-70.
90. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). 2008. Dosis del producto EcoMic. Resultado de la campaña de validación. La Habana. 45 p.
91. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2005). El Cultivo del Quequisque. Guía Tecnológica 24. 22 p.
92. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 1981. Research highlights, Sources of resistance of cocoyam root rot Blight. Ibadam, Nigeria. pp. 48-51.
93. Jackson, G. V. H. and Gollifer, D. E. 1980. Diseases and Pest of Taro. Sidney, N. S. W. Australia. South Pacific Commission Publication Bureau. 51 p.

94. Jackson, G. V. H. and Gollifer, D. E. 1975 a. Disease and Pest Problems of Taro (*Colocasia esculenta* (L) Schott) in the British Solomon Islands. PANS 21(1): 45-53.
95. Jackson, G. V. H. and Gollifer, D. E. 1975 b. Storage rots of taro (*Colocasia esculenta*) in the British Solomon Islands. Annals of Applied Biology. 80: 217-230.
96. Joffe, A. Z. 1974. A modern System of *Fusarium* Taxonomy. Mycopatología et Mycologia applicata 53(1-4). 201-228.
97. Johnston, A. and Booth, C. 1983. Plant Pathologist. Pocketbook. 2do ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, 439 pp.
98. Khalil G. A., Cetina Alcalá V. M., Ferrera-Cerrato R., Mandoza J.V., Pérez Mercado, C. A. y M. Larqué Saavedra. 2001. Hongos micorrízicos arbusculares como componente de control biológico de la pudrición causada por *Fusarium* sp. En Gladiolo. Terra. 19 (3): 259-264.
99. Kim, T.I., Jeong, K. H., Ham J.S., Yang C.B., Chung I.B., Kim M.K., Kim K.N. 2004. Isolation and characterization of cellulase secreting bacterium from cattle manure: Application to Composting. Compost Science & Utilization 12: 242-248.
100. Kimati, H. 1978. Fungicidas. En: Galli, F. Manual de Fitopatología; Principios e Conceitos. V. 1. 2da ed. Sao Paulo. Agronómica Ceres. 478 pp.
101. Kyuma K, Tulaphitak H. A. J and Pairintra C. 1985. Changes in soil fertility and tilth under shifting cultivation. I. General description of soil and effect of burning on the soil characteristics. Soil Science & Plant Nutrition 31: 227-238.
102. Laguna, Irma; Salazar, L. G. y López, J. F. 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de las aráceas en Costa Rica. Boletín Técnico. No 10. 1-27 pp.

103. Lebihan, B; Soulas, M.; Camporota, P.; Salerno, M.; Perrin, R. 1997. Evaluation of soil solar heating for control damping off fungi in two forest nurseries in France. *Biol fert soils*. 25(2): 113-118 pp.
104. Lefevre, A. F. V. y de Sousa N. L. 1993. Determinacao da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarizacao sobre a temperatura do solo. *Summa Phytopathologia*. 19: 107-112 pp.
105. Leiva-Mora, M., Brito, Y., Herrera, L., Alvarado Y., Acosta, M., Cruz, M. y Roque, B. 2005. Caracterización morfológica, cultural y patogénica de *Sclerotium rolfsii* en ajo (*Allium sativum* cv" criollo"). III Conferencia Internacional de Desarrollo y Sostenibilidad. 14-16 de junio 2005. Villa Clara. Cuba.
106. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales IICA. San José, Costa Rica., 445 pp.
- C. 1968. XXI. Colección Libros y materiales educativos. IICA. Nro. 84.
107. Lerch, G. 1977. La experimentación en las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Ed. Científico Técnica. La Habana: 14-15.
108. Leslie, J. and Summerell, B. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blacwell.
109. Li, H.Y., Yang, G.D., Shu, H.R., Yang, Y.T., Ye, B.X., Nishida, I., Zheng, C.C. 2006. Colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus versiforme* induces a defense response against the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in the grapevine (*Vitis amurensis* Rupr.), which includes transcriptional activation of the class III chitinase gene VCH3. *Plant Cell*. 47: 154-163.
110. Lievens B., Vaes K., Coosemans J., Ryckeboer J. 2001. Systemic resistance induced in cucumber against *Pythium* root rot by source separated household waste and yard trimmings composts. *Compost Science and Utilization* 9: 221-229.

111. Lingua, G., D'Agostino, G., Massa, N., Antosiano, M., Berta, G. 2002. Mycorrhiza-induced differential response to a yellows disease in tomato. *Mycorrhiza*. 12: 191-198.
112. Livan, M.A. (2006). Fertilizer usage in crop management. <http://www.agrinetguyana.org.gy/nari/publication/fertilizerusage.htm>
113. López Zada, M. 1970. El cultivo de la Malanga. Conferencia Mimeografiada. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central de Las Villas, Cuba. 39 pp.
114. López Zada, M., Vázquez, E. y López, Fleites, R. 1995. Raíces y Tubérculos. La Habana Ed. Pueblo y Educación. Malanga 1. Cuba. 312 pp.
115. MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Forestal). 2005. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2003-2004. Dirección de estadística del MAGFOR. Nicaragua. 36 pp.
116. Malandraki, I., Tjamos, S.E., Pantelides, I.S., Paplomatas, E.J. 2008. Thermal inactivation of compost suppressiveness implicates possible biological factors in disease management. *Biological Control* 44: 180-187.
117. Mandal, R. C. 2006. Tropical Root and Tuber Crops. Cassava (Tapioca), Sweet Potato, Aroids, Yams, Yam bean, Coleus. Jodhpur, Agrobios, XXIV, India, pp. 232-250. ISBN 81-7754-199-4.
118. Martín T. E. 2001. Estrategia de lucha para el control de *Sclerotium rofsii* en una agricultura sostenible. Tesis para optar por el título de Máster en Agricultura sostenible. UCLV. Santa Clara. 64 pp.
119. Martínez Viera, R. y G. Hernández. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. Resúmenes de II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, ACAO. La Habana: 17-19 de mayo. 43 pp.

120. Martínez, J.; Gutiérrez, A.; Postigo, I.; Cardona, G.; Guisantes, J. 2006. Variability of Alfa 1 Expression by Different Strains of *Alternaria alternate* J Investig Allergol Clin Immunol. 16: 279-282.
121. Matsuoka, S.; F. Abramo y Y. Madsuda. 1989. Controle de *S. rolfsii* con fungicida Triadimefon, en canteiros de germinacao de gemas isoladas de caña de acúcar, tratadas térmicamente. Resumen. Fitopatología. Brasileira 8 (3): 544.
122. Mayea Silverio, S. 1985. Biologie, Okologie and Bekämpfung von Kartoffelkrankheiten in Kuba. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Wissenschaften (doctor scientias agriculturae). Wiehelm Pieck Universität, DDR. 236 z.
123. Mayea, S. 1995. Los biofertilizantes y su acción fitopatógena. Mem.III Enc. Nac. Bioplaguicidas y EXPOCREE, p. 41. INISAV, La Habana.
124. Mayea, S. y J. Padrón. 1983. Bacterias y hongos fitopatógenos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana. 233 pp.
125. Mayea, S.; Herrera L. y Andreu, C. M. 1983. Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba. Edit. Pueblo y Educación, La Habana. 245 pp.
126. Maza, N.; Morales, A.; Lilián Morales; Rodríguez, S.; Lima, M, y Dania Rodríguez. 2007. Estimación del nivel de adopción e impacto económico de clones comerciales de boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz) obtenidos por el programa de mejoramiento del INIVIT. Sitio WEB de la FAO www.fao.org/docrep y Sitio de la Biblioteca Virtual de la Representación en Cuba. <http://www.bva.fao.cu>
127. Meléndez, F. J. 2001. Estudio de la Rhizoctoniosis y de algunos métodos para su control en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Sancti Spíritus. Tesis presentada en opción al título de Master en Agricultura Sostenible y Agroecología. Mención Sanidad Vegetal. UCLV. 51 pp.

128. Milian Jiménez, M. 2001. Caracterización de la variabilidad del Género *Xanthosoma* en Cuba. Tesis para optar por el Grado Científico de Master. Facultad de Biología de la Universidad de La Habana. INIVIT. 68 pp.
129. Milián, M. 2008. Manejo sostenible de los recursos genéticos de las raíces y tubérculos tropicales en Cuba. Tesis presentada para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad de La Habana. 122 pp.
130. MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2012. Instructivo Técnico para la producción de semillas de viandas Cultivo de la Malanga. La Habana. MINAG. 162 pp.
131. MINAG. 2008. Instructivo Técnico del cultivo de la malanga. Género *Xanthosoma*. Biblioteca ACTAF. Primera edición. Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales-Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 26 pp.
132. Monge, M., 1993. Obtención de plantas de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) libre de virus por medio del cultivo *in vitro*. (Eds): Agronomía Costarricense, pp. 23-25.
133. Monge, M.; Arias, R. y Ramírez, P. 1987. Obtención de plantas de Tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*), de Tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) y Ñampí (*Colocasia esculenta*) libre de virus por medio del cultivo *in vitro* de ápices. Agronomía Costarricense 11(1): 71-79.
134. Montaldo, A., Mantilla, J., Zambrano, C, y Zárraga, P. 2004. Las aráceas comestibles: Ocumo y Taro. Luis Fuenmayor Toro, Editor. UCV. Ediciones OPSU. Primera Edición. Caracas, Venezuela. 1-250 pp.
135. Montaldo. A. 2000. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales <http://es.wikipedia.org/wiki/Xanthosoma> Consultado 21/abril/2008.
136. Montaldo. A. 2002. Cultivo de Áráceas <http://www.sementesdocerrado.bio.br/Especies/Araceae/Xanthosoma> Consultado 20/abril/2008.

137. Montealegre, J.; Fuentes, P. y Henríquez, J. 1996. Efecto de la solarización y fumigación en el control de *Pyrenochaeta lycopersici* y su relación con el rendimiento y calidad en un cultivo de tomates. *Fitopatología*. 31(3): 217-229.
138. 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.
139. Müller-Sämann K.M and Kotschi J. 1994. Sustainable growth: soil fertility management in tropical smallholdings. Margraf verlag, Weikersheim, Germany. 489 pp.
140. Nerey, Y., Pannecoucq, J., Hernández, H. P., Díaz, M., Espinosa, R., De Vos, E., Van Beneden, S., Herrera, L and Höfte, M. 2009. *Rhizoctonia* spp. causing root and hypocotyl rot in *Phaseolus vulgaris* in Cuba. *Journal of Phytopathology*. Published on line: July 20 2009. DOI: 10.1111/j. 1439-0434.2009.01609.x.
141. Noble R., Coventry E. 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: A review. *Biocontrol Science and Technology* 15: 3-20 pp.
142. Nzietchueng, S. 1983. Estudios on root-rot disease of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) in Camerom caused by *Pythium myriotylum* Drech; some aspects of epidemiology and control measures. In 6th Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. Lima. International Potato Center. 18 pp.
143. Nzietchueng, S. 1984. Root rot of *Xanthosoma sagittifolium* caused by *Pythium myriotylum* in Cameroon. Pages 185-188. In: Tropical Root Symp. Int. Soc. Trop. Root Crops Afr. Branch and E. R. Terry, E. U. Doku, O. B. Arene, and N. M. Mahungu, (Editors).
144. Offei, S. K.; Asante, I. K. and Danquah, E. Y. 2004. Genetic structure of seventy cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*, Linn, Schott) accessions in Ghana based on RAPD. – *Hereditas* 140: 123-128, Lund, Sweden. ISSN 0018-0661.

145. Onwueme, I. C. 1979. The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chichester, John Wiley. 229 pp.
146. Onwueme, I.C. and W.B. Charles. 1994. Tropical root and tuber crops. Production, perspectives and future prospects. FAO Plant Production and Protection Paper 126. 139-161 p.
147. Ordentlich, A.; Elad, Y. and Chet, I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology*. 78(1): 84-88.
148. 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-ARSTARS, Mayagüez, Puerto Rico.
149. Oxley, S. and Fiona Burnett. 2009. Potato Storage Diseases. ISSN 0142 7695. ISBN 1 85482 8681. Technica Note. TN 630. *Plant Pathology*. 10 pp.
150. Páez, M. V. 1993. Combate del mal seco con materia orgánica en tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*). Tesis de Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 43 p.
151. Pagliano D. 2004. El papel de las nuevas biotecnologías en la producción agropecuaria. En: Echenique V, Rubinstein C & Mroginski L. (Ed). *Biología y Mejoramiento Vegetal*. pp. 21-33.
152. Pappu S., 1994. Unusual amino-terminal sequence repeat characterizes the capsid protein of Dasheen Mosaic Potyvirus. *Journal of General Virology Great Britain*. 75: 239-242
153. Partridge D. 2007. *Macrophomina phaseolina*. A class Project for PP 728. <http://www.cals.ncsu.edu/plantpath> (consultado el 10 de mayo de 2008).

154. Perdomo, D., Zambrano, C. 2004. Propagación de ocumo (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) y taro (*Colocasia esculenta* L. Schott). En *Las Aráceas Comestibles: Ocumo y Taro*. Ediciones OPSU. Caracas, Venezuela, 67-72 p.
155. Pérez, E.; Rodríguez, Y.; De la Noval, B.; Varona, I. y Medina, A. 2002. Activación de los mecanismos de defensa en plantas de tomate contra el ataque de *Alternaria solani* y *Phytophthora parasítica*. XII Congreso Científico INCA. Programa y Resúmenes. República de Cuba. Nov. 12-15.2002. VI Taller de Biofertilización en los trópicos INCA. BF. p. 27.
156. Perneel, M. 2006. The root rots pathogen *Pythium myriotylum* on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott): intraspecific variability and biological control. PhD thesis. Ghent University, Belgium. 218 pp.
157. Perneel, M., Tambong, J. T., Adiobo, A., Floren, C., Lebesque, A, and Höfte, M. 2006. Intraspecific variability of *Pythium myriotylum* isolated from cocoyam and other host crops. *Mycological Research*. 110: 583-593.
158. Perneel, M.; Adiobo, A.; Floren, C.; Maeyer, K.; Vercauteren, A.; Höfte, M. 2004. Ecologically sustainable management of cocoyam root rot disease caused by *Pythium myriothylum*. *Bulletin des Séanles*. 2: 103-113.
159. Piedrahita, C. A. y Gómez N. A. 1985. Producción, valor nutritivo y utilización de la papa china en Colombia. Edit. Feriva. 85 pp.
160. Plaza, J. A.1994. La etiología del mal seco de la yautía (*Xanthosoma* sp.) en Puerto Rico. Tesis M. S. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez. 46 pp.
161. Pluecknett, D. L.; de la Peña, R. S. and Obrero, F. 1970. Taro (*Colocasia esculenta*). *Field Crop Abstracts* 23(4): 413-426.
162. Polanco, D. 2000. Tendencias recientes y notas preliminares sobre prospectiva de las

- raíces y tubérculos en América Latina y el Caribe. Memorias del Primer Seminario Venezolano sobre Plantas Agámicas Tropicales. Maracay, Venezuela.
163. Porter, I.; Meriman, R. 1985. Evaluation of soil solarization for control of root diseases of row crops in Victoria. *Plant Pathology*. 34: 108-118.
164. Portieles J. M. y Ruíz, L. 1992. Nutrición mineral y fertilización en el cultivo de la malanga (*Xanthosoma* y *Colocasia*) en Cuba. Santo Domingo INIVIT. 35 pp.
165. Posnette, A. F. A. 1945. Root rot of cocoyams (*Xanthosoma sagittifolium*). *Trop. Agriculture* 22(9) : 164-170.
166. Powell, C. 2001. Causes of *Pythium* root rot and how to manage it. *Flower TECH* 4(1): 24-27.
167. Punja, Z. K. 1985. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*. *Ann Rev. Phytopathol.* 23: 97-127.
168. Quintero, S. 2004. Combate del DsMV y producción de semilla de malanga (*Xanthosoma* spp.) de alta calidad. II Convención Internacional de Agricultura Tropical, nov 7-10. Memorias CD-ROM. C6-A168.pdf. La Habana, Trópico, 2004.
169. Quintero, S., 1995. Purificación del DMV y preparación de un kit diagnóstico. En: *Bioteología Habana* 95, 49-50.
170. Quintero, S., Soto, L., Castañeda, R., Arlene Rodríguez, y González, J. 2006. Pudrición seca cortical en malanga (*Xanthosoma* spp.) causada por *Fusarium solani* y su control. *Agrotecnia de Cuba*. 30 (2): 0568-3114.
171. Quynh, N., 1999. Aroids propagation by tissue culture: Shoot tip culture and propagation of *Xanthosoma violaceum*. *Hortscience* 22 (4): 671-672.
172. Ramírez, P. 2005. Aislamiento y caracterización del *Virus del Mosaico del Dasheen* (DMV) en Costa Rica. *Turrialba*. 35: 279-283.

173. Ramírez, P.1993. Aroid virus in Costa Rica. En: Taro and other aroids for food. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 22-23.
174. Ray, R. C. and Ravi, V. 2005. Post Harvest Spoilage of Sweetpotato in Tropics and Control Measures. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 45(7-8); 623-644.
175. Reyes Y. 2011. Aislamientos de *Trichoderma* spp. promisorios para el control biológico del tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kühn) en arroz. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Mayabeque. Cuba. 98 p.
176. Reyes, C. G. 2006. Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua, with emphasis on *Dasheen Mosaic Virus* Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala.
177. Reyes, G. y Aguilar, M. 2005. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.). Guía técnica No. 8. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 6-7 p.
178. Reyes, G., Nyman, M. and Rönnberg-Wästljung, A.C. 2005. Agronomic performance of three cocoyam (*Xanthosoma violaceum* Schott) genotypes grown in Nicaragua. *Euphytica*, 142: 265-272.
179. Reyes, G., Nyman, M. and Rönnberg-Wästljung, A.C. 2006. Comparison of field performance between DsMV free and DsMV-infected *in vitro* plants of cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua. *Experimental Agriculture*.
180. Rivera, R., Fernández, F.; Fernández, K.; Ruiz, L.; Sánchez, C.; Riera, M. 2007. Chapter 5. Advances in the Management of Effective Arbuscular Symbiosis in Tropical Ecosystems. En: *Mycorrhizae in Crop Productions*. Ed. Hamel. C. y Plenchette, C., p. 151-195.

181. 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 pp.
182. Rodríguez, C. Pérez, y J. Fuchs, A. 1995. Mejora de plantas. Editorial Félix Varela, Ciudad de La Habana, Cuba. 293 p.
183. Rodríguez, F., Barreiro, L., Calderón, L., Casielles, F., Guerrero, R. 1990. Enfoques y métodos para la capacitación a dirigentes. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. 231 pp.
184. Rodríguez, S. 2003. Evaluación y recomendación de clones de boniato, malanga, yuca, plátano y bananos, resistentes a factores adversos a la producción y su manejo integrado. Informe Final de Proyecto Nacional del PNCT Producción de Alimentos. CITMA- MINAG. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Santo Domingo, Villa Clara, 171p.
185. Rodríguez, S. 2007. Informe sobre la producción de las raíces y tubérculos. Reunión del Grupo Nacional de Viandas. 25 pp.
186. Rodríguez, S. 2010. ¿Qué agricultura queremos? Conferencia Magistral VIII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible. ACTAF. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, 11-14 de mayo de 2010. Hotel Nacional de Cuba. La Habana. Cuba.
187. Rodríguez, S. 2012. Programa agrícola de enfrentamiento al cambio climático. Conferencia Magistral “II Convención Internacional Agrodesarrollo 2012”.17 de mayo de 2012. Hotel Meliá Varadero. Matanzas. Cuba.

188. Rodríguez, S.; Portieles, M.; Ruíz, L.; Magali García, Maryluz Folgueras; Pérez, R.; Julia Albert. 2000. Taro (*Colocasia esculenta*) and Tannia (*Xanthosoma sagittifolium*) crops in the Republic of Cuba. Manuscrito INIVIT.
189. Roig, J. T. 1988. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. LL-Z.- Tomo II. 3^{ra} Edición. Editorial Científico Técnica. La Habana. 325 pp.
190. Rossman A.Y. and Palm M. E. 2006. Why Phytophthora and other Oomycota are not true Fungi? APSnet. <http://www.apsnet.org/online/feature/oomycetes> Consultado 29/01/2010.
191. RoyalBotanicGardens,Knew.2004.
http://www.biodiversityinternational.org/Plants_and_Animals/Roots_Tubers_and_Aroids/index.asp#Taro_and_cocoyam_Roots,_Tubers_and_Aroids Consultado 24/abril/2008.
192. Ruiz Martínez, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos con carbonatos y Ferralíticos Rojos de la región central de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. -- La Habana: INCA, 100 pp.
193. Saborío, F., Torres, S. A., Gómez, L. 2002. Development of a clean-planting-material production system on tropical root and tuber crops, using *in vitro* propagated plants. Scientia Horticulture 641: 495-501.
194. Saborío, F., Umaña, G., Solano, W., Amador, P., Muñoz, G., Valerin, A., Torres, A. and Valverde, R. 2004. Induction of genetic variation in *Xanthosoma* spp. En: Genetic improvement of under-utilized and neglected crops in low income food deficit countries through irradiation and related techniques. (Eds. International Atomic Energy Agency). Vienna, Austria, pp. 143-154.

195. Saborío, F., Umaña, G., Solano, W., Ureña, G., Muñoz, G., Hidalgo, N. y Brenes, A. 2004a. 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.
196. Santos, I. and Betiol, W. 2003. Effect of sewage sludge on the rot and seedling damping-off of bean plants caused by *Sclerotium rolfsii*. Crop Protection 22: 1093-1097.
197. Scheuerell, S. J. and Mahaffee, W. F. 2005. Microbial recolonization of compost after peak heating needed for the rapid development of damping-off suppression. Compost Science and Utilization 13: 65-71.
198. Schuler, C. 1989. Suppression of root rot on pea beans and beetroots caused by *P. ultimum* and *R. solani* through amendment of growing media in to compost household wasted. Journ. of Phytopat. 127: 227.
199. Sequeiro, María. I. y Silva Zenia. T. 2010. Manejo de mal seco (*Pythium myriotylum*) en quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) mediante la siembra tardía, control de arvenses, enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. en Nueva Guinea. Nicaragua. INTA, Managua. Universidad Nacional Agraria. Tesis UNA. 40 pp.
200. Silveira A. P. D. 1992. Micorrizas. Microbiología do Solo. Sociedade Brasileira de Ciencia do Solo Campinas (SP) Brasil. 360 pp.
201. Artavia, Silvia., Uribe, Lidieth., Saborío, F. y Arauz, L. F. 2010. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la supresión de *Pythium myriotylum* en plantas de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*). Agronomía Costarricense 34(1): 17-29.
202. Sinigalia, C.; Patrício, F. R. A., Ghini, R., Malavolta, V. M. A.; Tessarioli, J., Freitas Dos Santos, S. 2001. *Sclerotium minor*, *Rhizoctonia solani* and weed infestation control in

- lettuce by soil solarization alone or integrated with chemical control. *Sumna Phytopathologica* 27 (2): 229-235.
203. Sirch, J. 1991. Influence of land use on the organic matter dynamics in Ultisols of the humid tropics in Central Cameroon. GTZ/IITA/IRA/TU-Munich Project (soil erosion in the humid tropics). Freising, Mimeo. 23 pp.
204. Stefanova, M. 2007. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. IISV.Cuba. Fitosanidad. 11(3):75-79.
205. Steinbach, H. S and Álvarez, R. 2006. Changes in soil organic carbon contents and nitrous oxide emissions after introduction of no-till in Pampean agro-ecosystems. *Journal of Environment and Quality*. 35: 3-13.
206. Stone, A. G.; Vallad, G. E., Cooperband, L. R., Rotemberg, D., Darby, H. M., James, R. V., Stevenson, W. R. & Goodman, R.M. 2003. Effect of organic amendments on soil-borne and foliar diseases in field-grown snap bean and cucumber. *Plant Disease* 87: 1037-1042.
207. Suárez Estrella, F., Vargas García, C., López, M.J., Capel, C., Moreno, J. 2007. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*. *Crop Protection* 26: 46-53.
208. Tanaka, K., Mizokami, H., Motomura, T. 1993. Effect of soil sumerging on the sclerotial survival of *S. rolfisii*. *Bull. of the Fac. of Agric Saga University*. N°. 76: 87-93.
209. Termorshuizen, A. J., Van Rijn, E., Van Der Gaag, D. J., Alabouvette, C., Chen, Y., Lagerlöf, J., Malandrakis, A. A., Paplomatas, E. J., Rämert, B., Ryckeboer, J., Steinberg, C., Zmora-Nahum, S. 2006. Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: Variability in pathogen response. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 2461-2477.

210. Tewodros, Mulualem Beyene. 2013. Morpho-Agronomical Characterization of Taro (*Colocasia esculenta*) Accessions in Ethiopia, Plant. 1(1): 1-9.
211. Tonyé J, Ambassa-kiki, R and Nsangou, M. 1987. Description of land use systems in the forest zone of Cameroon: ways of improvement. Revue Science & Techniques. Séries Sciences Agronomiques 3: 31-43.
212. Toribio, J. 1992. Suppression of *S. rolfsii* with banana bunches rachis juice. Abstract. Phytopathology. 82(5): 611.
213. Townsend, C. R. and Heuberger, J. W. 1958. Methods for estimating losses caused by disease in fungicides experiments. Plant disease report: 340-343.
214. U.S. Census Bureau. 2006. International Data Base. <http://www.census.gov/ipc>. Consultado 7 junio 2010.
215. Übrahim, Z. K. O., Muhammet Hanifi, D. 2001. *In vitro* Inhibition of the mycelial growth of some root rot fungi by *Rhizobium leguminosarum* Biovar phaseoli isolates. Turk J. Biol. 25: 435-445.
216. Ustimenko, G., Bakumovski, V. 1982. El cultivo de las plantas tropicales y subtropicales. Capítulo 3. Tubérculos feculentos. Editorial MIR, Moscú. 425 pp.
217. Vázquez, B. E. y Torres, G. S. 1981. Determinación de la edad óptima de la planta para la cosecha en tres épocas de plantación de *Colocasia esculenta* Schott, variedad Isleña-japonesa. Centro Agrícola, (2): 19-38.
218. Veeken, A. H. M., Blok, W. J., Curci, F., Coenen, G. C. M., Termorshuizen, A. J., Hamelers, H. V. M. 2005. Improving quality of composted biowaste to enhance disease suppressiveness of compost-amended, peat-based potting mixes. Soil Biology and Biochemistry: 2131-2140.

219. Veito, E.; González, P. J.; Rodríguez, P. y Hernández, A. 2004. Evaluación de biofertilizantes en el establecimiento de la alfalfa (*Medicago sativa*). IIPF Indio Hatuey Matanzas. Cuba. XIV Congreso Científico. INCA. República de Cuba. Nov. 9-12. Programa de Resúmenes. VII Taller de Biofertilización en los Trópicos. 213 pp.
220. Vilorio, Hilmig y Cira Córdova. 2008. Production system of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Rev. UDO. Agrícola 8(1): 98-106.
221. Wells, H. D.; D. K. Bell and C. A. Jaworski. 1972. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol for *Sclerotium rolfsii*. Phytopathology. 62: 442-447.
www.inta.gob.ni/biblioteca/protocolos/1ra.../aet-proprotoc.doc
222. Yao, M. K., R. J. Tweddell. 2002. Effect of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of micropropagated potato plantlets and on the extend disease caused by *Rhizoctonia solani*. Mycorrhiza 12(5): 235-242.
223. Zarate, R. 1988. Enfermedades de la papa china de la Costa Pacífica. Tesis Universidad Nacional Palmira. Facultad de Agronomía. Colombia. 50 pp.
224. Zettler, F. W. and R. D. Hartman. 2000. *Dasheen mosaic virus* as a pathogen of cultivated aroids and control of the virus by tissue culture. Plant Dis. 71: 958-963.
225. Zmora-Nahum, S., Danon, M., Hadar, Y., Chen, Y. 2008. Compost curing reduces suppression of plant diseases. Compost Science and Utilization 16: 250-256.
226. Zmora-Nahum, S., Hadar, Y., Chen, Y. 2007. Physico-chemical properties of commercial composts varying in their source materials and country of origin. Soil Biology and Biochemistry 39: 1263-1276.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Encuesta del cultivo de la malanga

MINAG. INIVIT. Santo Domingo. Fecha_____

Fecha: _____ Provincia: _____

Municipio: _____ Localidad: _____

Empresa, UBPC, CPA, CCS _____

Nombre del productor: _____

I.- Características de la unidad de producción:

1. Área total: _____(ha)

2. Área dedicada a Cultivos Varios: _____(ha)

Tipo de suelo predominante dedicado a Cultivos Varios: _____

II. En relación con el cultivo de la malanga:

1. Área que planta anualmente: _____(ha)

2. Representatividad de la malanga en cuanto a área de Cultivos Varios ____ (%)

3. Volumen de producción anual: _____(t)

4. Rendimiento promedio anual: _____(t·ha⁻¹)

Área de malanga_____ Rendimientos_____

Tipo de suelo_____

III.-Forma de producción o tecnología**Procedencia del material de plantación (semilla).**

Clon _____ Género _____

Categorizada, o de fincas de semilla _____

De campos de producción _____ de la propia finca: _____ (Sí o No).

El material de plantación

Procede de una plantación afectada por pudriciones: Sí____, No____, No sabe _____

Entre 1 – 10 % _____ Entre 11 – 20 % _____ Entre 21 – 30 % _____

Entre 31 – 40 % _____ Más de 41 % _____ No sabe _____

Se realiza el saneamiento del Material de plantación Sí____ No_____

Mecánico (cuchillo) _____, Aparta el afectado _____

Aplica producto a la semilla Químico _____ Biológico _____

Ninguno _____

Plantación del cultivo:

Época de plantación _____

Plantación. En el Cantero _____ Debajo del Cantero _____

Material de plantación Calibre 1 _____, Calibre 2 _____ Calibre 3 _____ Rizomas primarios _____

Xanthosoma: Coronas _____ Centros _____ Rizomas secundarios _____

Momento en que realiza la cosecha:

Xanthosoma: 10 meses _____ 12 meses _____ más 12 meses _____***Colocasia***: 8 meses _____ 10-12 meses _____ más 12 meses _____

Labores de cultivo Aporques Sí____ No____ Momento _____

Riego. Posee riego para la malanga: Si _____ No _____Intervalo de riego _____ Norma de riego: a) 100 m³/ha _____b) 200 m³/ha _____c) 300 m³/ha _____d) 400 m³/ha _____

e) otras _____

Fertilización

Tipo de fertilizante: Orgánico_____ Mineral_____

Momento_____ Dosis_____ Momento_____ Dosis_____
Rotas el área 1 año____, 2 años____, 5 años____, 8 años____, 10 años____ más_____

Cultivos con los que rota el área_____

IV.- En relación con las pudriciones secas

Conoce sobre las pudriciones secas de la malanga Sí____ No_____

Momento en que aparecen 3 meses____ 6 meses____ cosecha_____

¿En qué época del año se producen las mayores afectaciones?

Primavera_____ Invierno_____

¿Desde que año se presentan estas pudriciones?

Antes de 1990____ Entre 1990 y 1999 __ Entre 2000 y 2007 ____

¿A qué tiempo cosecha?_____ % de infectación_____

¿Qué hacen con los residuos de malanga?_____

Porcentaje de afectaciones por las pudriciones 0-20 %_____ 21-40 %_____ Más 40 %_____

La mayor cantidad de pérdidas se producen:

Almacén_____ % _____ durante el ciclo del cultivo_____ % _____ cosecha _____ % _____

Pierde valor comercial el producto: Sí_____ No_____

En qué época se presentan los mayores daños: Frío_____ Primavera_____

Ambas_____

¿En qué tipo de suelo ha observado estas pudriciones?

Suelos Pardos ____ Suelos Rojos ____ Suelos arenosos_____

Suelos aluviales ____ Otros suelos _____

¿Cuál de los clones es el más afectado?

¿Cuál considera la causa de estas pudriciones?

Hongos_____ Nemátodos_____ Ácaros_____ Larvas_____

No sabe_____

¿Qué hace para evitar este problema?

Aplica producto químico_____ Biológico_____ Prácticas culturales_____

Ninguno_____

¿Cuántas plantaciones de malanga hacen seguidas en el mismo lote?_____

_____.

¿Deja descansar la tierra luego de la cosecha?_____, tiempo_____

Como prepara el suelo:

Arado de discos_____ Tiller_____ Arado de doble vertedera_____ Otros _____

% de infectación_____

¿Qué hace para controlar la pudrición?_____

ANEXO 2

Representatividad de la encuesta aplicada en todas las provincias del país.

Número de encuestados según su ocupación.					
Provincia	Municipios	Productores Individuales (CCS)	Cooperativistas (CPA)	Jefes de Producción (CPA, Granjas)	Espec. Sanidad Vegetal (CPA, Granjas)
Pinar del Río	9	21	11	11	2
Artemisa	11	18	20	10	7
Mayabeque	10	13	21	11	5
La Habana	3	7	3	2	3
Matanzas	9	10	18	12	5
Villa Clara	13	20	30	10	5
Cienfuegos	7	13	11	7	4
S. Spíritus	8	9	18	7	6
C. de Ávila	9	17	10	10	8
Las Tunas	2	4	3	2	1
Granma	10	8	24	12	6
Holguín	10	14	20	10	6
S. de Cuba	9	14	13	11	7
Guantánamo	9	13	17	7	8
Total	119	181	219	122	73

ANEXO 3. Continuación

Resultados de la encuesta con relación a la tecnología de producción de malanga

Pregunta 4		Pregunta 5		Pregunta 6	
¿En qué meses realiza la plantación?		¿A los cuántos meses realiza la cosecha?		¿Posee riego para la malanga?	
Respuestas	%	Respuestas	%	Respuestas	%
Diciembre- Febrero	19,2	11-12 meses	49,17	Sí	38,80
Marzo-julio	80,8	> 12 meses	50,83	No	62,20

Resultados de la encuesta con relación a la tecnología de producción de malanga

Pregunta 7		Pregunta 8			
¿Utiliza fertilizantes?		¿Rota la malanga con otros cultivos? ¿Con cuáles?			
Respuestas	%	Respuestas	%	¿Cuáles?	%
Químico	25,00	Sí	57	Yuca	12
Orgánico	10,00	No	43	Maíz	15
No utilizan	65,0			Fríjol	13
				Papa	5
				Tabaco	13
				Hortalizas	12
				Plátanos	14
				Otros	16

ANEXO 3. Continuación

Resultados de la encuesta con relación a los daños causados por las pudriciones (Preguntas 9, 10, 11 y 12)

Pregunta 9 ¿Ha observado los síntomas representados en la figura de esta encuesta?		Pregunta 10 ¿Desde qué año se presenta este problema?		Pregunta 11 ¿Al momento de la cosecha qué porcentaje de los rizomas ha observado con afectaciones de este síndrome?		Pregunta 12 ¿Qué porcentaje del área total plantada manifiesta estas afectaciones?	
Respuesta	%	Respuesta	%	Respuestas	%	Respuestas	%
Sí	87,82	Antes de 2000	4,16 (5)	Entre el 1-20 %	59,16	Entre el 1-20 %	34,16
No	12,18	Entre 2000-2005	11,66 (14)	Entre el 21-40 %	20,0	Entre el 21-40 %	25,00
		Después de 2005	68,06 (81)	Más del 41 %	15,4	Más del 41 %	37,50
		No sabe	15,85 (19)	No sabe	5,0	No sabe	3,33

ANEXO 3. Continuación

Porcentaje de rizomas dañados según el momento de la cosecha (Pregunta 13).

Género	Momento de cosecha	Municipios	%	1-20 %	21-40 %	+40 %
<i>Xanthosoma</i>	11-12 meses	58	48,74	47	6	5
	>12 meses	61	51,26	24	20	17
<i>Colocasia</i>	10-12 meses	27	45,76	100	-	-
	>12 meses	32	54,24	100	-	-

Resultados de la encuesta en relación con los daños causados por las pudriciones según la época de plantación (Preguntas 14, 15 y 16)

Pregunta 14 ¿Pierde valor comercial en la cosecha?		Pregunta 15 ¿En qué época se presentan los mayores daños?		Pregunta 16 ¿Qué clon es el más afectado?	
Respuestas	%	Respuestas	%	Respuestas	%
Sí	19,2	Primavera	57,43	'México-8'	46,6
No	80,8	Frío	20,00	Morada'	52,74
		Las dos épocas	22,57	Blanca criolla'	47,32
		No sabe		Amarilla'	66,51

ANEXO 3. Continuación

Resultados de la encuesta en relación con los daños causados por las pudriciones por tipo de suelo y agentes causales (Preguntas 17,18 y 19)

Pregunta 17 ¿En qué tipo de suelo ha observado los daños?		Pregunta 18 ¿Conoce qué produce estos daños?		Pregunta 19 ¿Qué hace para evitar este problema?	
Respuestas	%	Respuestas	%	Respuestas	%
Suelos pardos	45,27	Hongos del suelo	25,0	Aplica Químicos	58,80
Suelos rojos	46,55	Nemátodos	13,3	Aplica biológicos	42,20
Suelos arenosos	4,1	Ácaros	12,5	Prácticas culturales	
Suelos aluviales	4,17	Larvas del suelo	7,5	No sabe	
		No conocen	41,6		

ANEXO 4

Provincias donde se realizaron los muestreos



ANEXO 5

Figura 3. Plantas con 25 % del follaje con síntomas de la enfermedad (grado 1)



ANEXO 6

Municipios más afectados por las pudriciones secas de la malanga.

Municipio	% de rizomas afectados	% de afectación del total plantado
La Palma	62,00	71
Viñales	48,00	65
Pinar del Río	46,00	52
Minas de Matahambre	42,00	63
Artemisa	61,18	61
Güira de Melena	43,25	65
San Antonio de los Baños	54,30	67
Alquízar	36,45	43
Bauta	33,41	40
Nueva Paz	75,28	86
Batabanó	47,62	64
Quivicán	48,32	66
Los Arabos	42,25	51
Colón	45,62	45
Quemado de Güines	47,21	68
Remedios	41,56	44
Yaguajay	45,21	61
Fomento	43,68	53
Primero de Enero	63,21	68
Ciego de Ávila	42,28	66
Majagua	43,50	71

ANEXO 7

Resultados obtenidos en el análisis de correlación entre las características de los suelos y la incidencia de las pudriciones secas

Variables	Variables									
	Incidencia %	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	MO (%)	P ₂ O ₅ (mg100g ⁻¹)	K ₂ O (mg100g ⁻¹)	Ca (cmolkg ⁻¹)	Mg (cmolkg ⁻¹)	Na (cmolkg ⁻¹)	S (cmolkg ⁻¹)
Incidencia %	-	0,16ns	0,17ns	-0,524*	0,33**	-0,41**	-0,70**	-0,71**	-0,38**	-0,70**
pH (H ₂ O)	0,16ns	-	1,00**	-0,11ns	0,38**	0,64**	-0,05ns	-0,10ns	0,16ns	-0,06ns
pH (KCl)	0,17ns	1,00**	-	-0,11ns	0,38**	0,67**	-0,05ns	-0,09ns	0,15ns	-0,05ns
MO (%)	-0,24ns	-0,11ns	-0,11ns	-	-0,19ns	0,20ns	0,40**	0,33**	0,15ns	0,40**
P ₂ O ₅ (mg100g ⁻¹)	0,33**	0,38**	0,38**	-0,19ns	-	0,30*	-0,14ns	-0,17ns	0,03ns	-0,14ns
K ₂ O (mg100g ⁻¹)	-0,41**	0,64**	0,67**	0,20ns	0,30*	-	-0,26*	-0,26*	-0,02ns	-0,27*
Ca (cmol,kg ⁻¹)	-0,70**	-0,05ns	-0,05ns	0,40**	-0,14ns	-0,26*	-	0,97**	0,57**	1,00**
Mg (cmol,kg ⁻¹)	-0,71**	-0,10ns	-0,09ns	0,33**	-0,17ns	-0,26*	0,97**	-	0,44**	0,97**
Na (cmol,kg ⁻¹)	-0,38**	0,16ns	0,15ns	0,15ns	0,03ns	-0,02ns	0,57**	0,44**	-	0,57**
S (cmol,kg ⁻¹)	-0,70**	-0,06ns	-0,05ns	0,40**	-0,14ns	-0,27*	1,00**	0,97**	0,57**	-

ANEXO 8

Grado de daños de las pudriciones en los rizomas



0- Sin pudriciones



1- Pudrición que ocupa hasta un $\frac{1}{4}$ del cormo o cormelo.



2- Pudrición seca que alcanza entre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ del cormo o cormelo



3- Pudrición seca que alcanza entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ del cormo o cormelo



4- Pudrición seca que alcanza más $\frac{3}{4}$ del cormo o cormelo.

ANEXO 9.

Contenido de macro y micronutrientes en rizomas primarios de malanga *Xanthosoma*

Tratamientos	N	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Na	K	Ca	Mg
'México - 1'	1,09 f	0,48 b	0,072 c	0,645 c	0,090	0,075 cde	7,12 bc	95,19 ab	13,6 cd	5,00 g
'México - 8'	1,55 c	0,55 a	0,078 bc	0,730 c	0,092	0,091b	8,21 a	95,75 ab	13,97 bc	5,40 d
'Viequera'	2,34 a	0,39 d	0,068 c	0,710 c	0,093	0,086 c	7,12 bcd	91,16 ab	14,17 b	5,20 f
'Amarilla Especial'	0,87 g	0,22 i	0,072 c	0,654 c	0,099	0,062 e	6,81 bc	83,1 ab	13,4 d	5,45 d
'Selección Amarilla'	1,17 e	0,34 g	0,076 bc	0,656 c	0,087	0,071 de	6,76 c	81,1 b	14,0 b	5,75 c
'INIVIT M-95-1'	1,06 f	0,36 f	0,093 ab	1,110 b	0,096	0,105 a	7,34 bc	96,2 ab	15,3 a	6,50 a
'INIVIT M 95 - 2'	1,35 d	0,36 e	0,101 a	0,717 c	0,098	0,094 ab	7,40 b	97,1 a	13,9 c	5,92 b
'INIVIT MX 2007'	1,04 f	0,32 h	0,078 bc	2,730 a	0,092	0,098 ab	8,36 a	96,5 ab	14,7 ab	5,90 b
'INIVIT MX 2008'	2,17 b	0,45 c	0,076 bc	0,725 c	0,090	0,088 bc	7,32 bc	91,68 ab	14,00 b	5,38 d
ES ±	0,007*	0,001*	0,003*	0,02*	0,004 ns	0,003*	0,13*	3,28*	0,25*	0,21*

*Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para p 0,05 según dócima de Dunnett´C

ANEXO 9. Continuación

Contenido de macro y micronutrientes en rizomas secundarios de malanga *Xanthosoma*

Tratamientos	N	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Na	K	Ca	Mg
'México - 1'	0,82 d	0,28 c	0,081 ab	0,792 bc	0,083 ab	0,095b	7,73c	90,2bc	12,1d	5,52cd
'México - 8'	0,91 c	0,23 d	0,082 ab	0,812 bc	0,091 ab	0,098b	7,53cd	92,1abc	12,7cd	5,93cd
'Viequera'	0,85 cd	0,21 e	0,071 b	0,760 c	0,091 ab	0,090b	7,16cd	91,12abc	14,21a _b	5,27d
'Amarilla Especial'	1,20 b	0,20 e	0,082 ab	0,754 c	0,079 b	0,092b	6,93d	84,2c	13,33b _c	5,25d
'Selección Amarilla'	1,95 a	0,29 b	0,086 a	0,756 c	0,081 b	0,090b	7,06cd	83,1c	13,7bc	5,36d
'INIVIT M-95-1'	0,84 d	0,22 de	0,089 a	1,195 a	0,087 ab	0,123a	8,68b	102,0ab	14,2ab	8,96a
'INIVIT M 95 - 2'	0,81 d	0,22 e	0,081 ab	0,907 b	0,096 ab	0,097b	9,05b	100,1ab	13,8bc	7,13b
'INIVIT MX 2007'	0,93 c	0,31 a	0,084 ab	0,741 c	0,104 a	0,093b	9,96 a	103,3a	15,2a	6,50bc
'INIVIT MX 2008'	0,92 c	0,24 d	0,076 ab	0,740 c	0,093 ab	0,088b	7,32cd	91,25abc	14,17a _b	5,40d
ES ±	0,008*	0,002*	0,003*	0,027*	0,001*	0,003*	0,15*	2,59*	0,22*	0,21*

*Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para p 0,05 según d'ocima de Dunnett' C

ANEXO 9. Continuación

Contenido de macro y micronutrientes en rizomas primarios de malanga *Colocasia*

Tratamientos	N	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Na	K	Ca	Mg
'Camerún 14'	0,89 cd	0,44 a	0,121 a	1,702 a	0,280 a	0,178a	11,82a	106,2 ab	20,8 b	8,93 a
'INIVIT C 2005'	0,85 d	0,43 a	0,125 a	1,712 a	0,261 a	0,181a	11,80a	113,5 a	35,4 a	8,71 a
'INIVIT C 99-1'	0,85 d	0,31 b	0,092 bc	0,818 b	0,232 ab	0,051bc	7,30 b	101,22 b	19,93 b	8,26 ab
'INIVIT C 2001'	1,15 a	0,17 c	0,081 c	0,652 d	0,210 b	0,0087c	6,73 b	97,22 c	20,36 b	7,10 b
'INIVIT C 2006'	1,10 b	0,32 b	0,096 b	0,721 c	0,140 c	0,063b	7,32 b	101,1 b	20,2	8,60 a
ES ±	0,01*	0,003*	0,004*	0,04*	0,01*	0,01*	0,40*	2,68*	0,52*	0,43*

*Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para p 0,05 según dócima de Tukey

Contenido de macro y micronutrientes en rizomas secundarios de malanga *Colocasia*

Tratamientos	N	P	Cu	Fe	Zn	Mn	Na	K	Ca	Mg
'Camerún 14'	0,96 c	0,45 a	0,410 a	1,712 a	0,280 b	0,178 a	11,82 b	106,2 ab	20,8 b	8,93 a
'INIVIT C 2005'	0,93 d	0,45 a	0,422 a	1,784 a	0,331 a	0,172 ab	15,99 a	103,1 a	22,9 a	8,40 b
'INIVIT C 99-1'	1,02 b	0,39 b	0,210 b	1,581 b	0,260 bc	0,148 bc	10,42 c	98,00 b	20,65 b	8,22 b
'INIVIT C 2001'	0,98 c	0,32 c	0,121 b	1,395 c	0,245 c	0,075 d	10,02 c	83,9 c	20,3 b	7,91 b
'INIVIT C 2006'	1,16 a	0,32 c	0,232 c	1,504 bc	0,265 bc	0,132 c	10,65 c	98,02 b	20,78 b	8,31 b
ES ±	0,001*	0,004*	0,008*	0,02*	0,02*	0,001*	0,21*	1,63*	0,40*	0,11*

*Medias con letras desiguales dentro de columnas difieren para p 0,05 según dócima de Tukey

ANEXO 10.

Figura 5. Tipos de material de plantación empleados malanga *Xanthosoma*



a

b

c



d

e

- a- Rizomas secundarios (51-100 g)
- b- Rizomas secundarios >100 g
- c- Fracciones de rizomas primarios (100-150 g)
- d- Coronas de rizomas primarios (100-150 g)
- e- Plantas *in vitro*

ANEXO 10. Continuación

Figura 6. Tipos de material de plantación empleados malanga *Colocasia*



a



b



c



d



d

a- Rizomas secundarios <50 g

b- Rizomas secundarios (51-100 g)

c- Rizomas secundarios > 100 g

d- Fracciones de rizomas primarios (100-150 g)

e- Plantas *in vitro*

ANEXO 11

Dosis de fertilizante mineral aplicada a la malanga

Portadores	<i>Colocasia</i> (kg ha⁻¹)	<i>Xanthosoma</i> (kg ha⁻¹)
N	260	130
P₂O₅	70	40
K₂O	280	140

Análisis de la composición química del compost y del humus de lombriz (en base húmeda).

Determinaciones	Compost	Humus de lombriz
Humedad (%)	70,00	62,00
pH en H₂O	6,90	7,30
MO (%)	14,80	14,60
Relación C:N	16:10	10:1
N (%)	0,52	0,85
P (%)	0,26	0,40
K (%)	0,57	0,48

ANEXO 11. Continuación

Conteo de microorganismos en las áreas de malanga *Xanthosoma*

Tratamiento	Hongos	Bacterias	Actinomicetos
Control	1,75 e	1,75 d	3,1 x 10 ⁶ e
<i>EcoMic</i> ®	3,30 b	4,95 a	7,65 x 10 ⁶ b
50 % NPK	2,25 c	3,35 c	3,5 x 10 ⁶ d
50 % NPK+ <i>EcoMic</i> ®	3,15 bc	3,70 c	9,55 x 10 ⁶ b
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ®+ humus de lombriz	4,98 ab	4,25 b	1,05 x 10 ⁷ a
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ®+ compost	6,05 a	3,70 c	1,24 x 10 ⁷ a
50 % NPK + humus de lombriz	3,85 b	4,0 bc	1,42 x 10 ⁷ a
50 % NPK+ compost	4,30 b	4,55 ab	1,38 x 10 ⁷ a
Humus de lombriz	6,15 a	4,20 b	1,3 x 10 ⁷ a
Compost	6,65 a	6,10 a	1,25 x 10 ⁷ a
100 % NPK	2,60 d	1,95 d	4,4 x 10 ⁶ c
ES (±)	0,04	0,04	0,04

*Medias con letras no comunes difieren por Dunnet´C para p 0,05 (hongos, bacterias y actinomicetos).

Anexo 11. Continuación

Conteo de microorganismos en las áreas de malanga *Colocasia*

Tratamientos	Hongos	Bacterias	Actinomicetos
Control	1,8 x 10 ³ e	1,0 x 10 ⁶ d	1,5 x 10 ⁵ d
<i>EcoMic</i> ®	8,4x 10 ³ c	2,3 x 10 ⁶ b	3,5 x 10 ⁵ b
50 % NPK	2,5 x 10 ³ d	2,0 x 10 ⁶ c	2,5 x 10 ⁵ c
50 % NPK+ <i>EcoMic</i> ®	9,5 x 10 ³ c	2,1 x 10 ⁶ b	6,5 x 10 ⁵ a
25 % NPK + <i>EcoMic</i> ®+ humus de lombriz	3,6 x 10 ⁴ a	2,8 x 10 ⁸ a	6,5 x 10 ⁵ a
25% NPK + <i>EcoMic</i> ®+ compost	3,7 x 10 ⁴ a	2,9 x 10 ⁸ a	5,0 x 10 ⁵ ab
50 % NPK + humus de lombriz	3,5 x 10 ⁴ a	2,2 x 10 ⁶ bc	4,2 x 10 ⁵ ab
50 % NPK+ compost	3,2 x 10 ⁴ a	2,3 x 10 ⁶ b	3,5 x 10 ⁵ b
Humus de lombriz	3,0 x 10 ⁴ a	2,3 x 10 ⁶ b	7,3 x 10 ⁵ a
Compost	1,5 x 10 ⁴ b	3,0 x 10 ⁶ b	3,0 x 10 ⁵ bc
100 % NPK	2,6 x 10 ³ d	1,8 x 10 ⁶ c	2,0 x 10 ⁵ c
ES (±)	0,042*	0,044*	0,044*

*Medias con letras no comunes difieren por Dunnet´C para p 0,05 (hongos, bacterias y actinomicetos).

ANEXO 12

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS EN EL AÑO 2008, OBTENIDAS DE LA ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE SANTO DOMINGO.

Meses	Días con precipitaciones	Acumulad o Pluvial (mm)	Temperatura (°C)			HR Medi a (%)
			Medi a	Mínim a	Máxim a	
Enero	6	62,1	21,1	15,6	27,7	79
Febrero	6	17,6	22,8	16,8	30,1	77
Marzo	8	59,2	23,3	17,9	30,8	76
Abril	8	141,3	23,4	18,0	30,9	73
Mayo	8	86,1	26,1	20,6	33,7	72
Junio	11	152,0	26,8	22,3	33,4	78
Julio	14	175,1	27,0	22,2	34,4	76
Agosto	19	393,6	26,8	22,4	33,9	80
Septiembre	20	267,3	26,5	22,5	33,0	83
Octubre	17	135,5	25,2	21,5	31,4	82
Noviembre	8	80,6	22,0	17,7	27,7	82
Diciembre	4	127,3	21,4	17,0	27,0	82
Total anual	129	1697,7				
Promedio anual			24,37	19,54	31,17	78,33

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS EN EL AÑO 2009, OBTENIDAS DE LA ESTACIÓN AGROMETEOROLÓGICA DE SANTO DOMINGO.

Meses	Días con precipitaciones	Acumulad o Pluvial (mm)	Temperatura (°C)			HR Media (%)
			Media	Mínima	Máxima	
Enero	6,00	13,90	19,50	13,80	26,80	78,00
Febrero	5,00	19,20	19,90	14,00	26,90	74,00
Marzo	3,00	8,20	20,40	14,00	29,30	68,00
Abril	6,00	7,40	23,60	18,10	32,00	66,00
Mayo	16,00	217,10	26,70	21,80	33,20	73,00
Junio	16,00	228,10	27,90	23,10	32,80	80,00
Julio	16,00	156,40	27,20	23,00	34,40	77,00
Agosto	10,00	101,40	27,20	23,00	34,50	76,00
Septiembre	19,00	220,70	26,50	22,80	33,70	81,00
Octubre	7,00	37,90	24,80	20,80	32,50	79,00
Noviembre	9,00	77,30	21,90	16,70	29,80	80,00
Diciembre	6,00	65,70	17,20	10,80	29,60	81,00
Total anual	119,00	1153,30				
Promedio anual			23,57	18,49	31,29	76,08

ANEXO 12. Continuación

Variables climatológicas en el año 2010, obtenidas de la Estación Agrometeorológica de Santo Domingo.

Meses	Días con precipitaciones	Acumulado Pluvial (mm)	Temperatura (°C)			HR Media (%)
			Media	Mínima	Máxima	
Enero	2,00	5,80	20,69	14,90	26,50	78
Febrero	11,00	90,00	21,11	14,89	26,50	74
Marzo	6,00	50,60	22,17	16,10	27,60	68
Abril	8,00	126,50	23,80	17,66	30,60	66
Mayo	9,00	11,90	25,71	20,37	33,20	73
Junio	12,00	227,90	26,76	22,43	34,60	80
Julio	17,00	191,40	27,11	22,74	33,40	77
Agosto	19,00	214,10	27,00	22,80	33,90	76
Septiembre	18,00	158,10	26,49	22,47	32,60	81
Octubre	14,00	135,20	25,34	21,39	30,50	79
Noviembre	10,00	25,60	22,59	17,73	28,30	80
Diciembre	5,00	25,20	21,46	16,37	24,30	81
Total anual	131,00	1262,30				
Promedio anual			24,19	19,15	30,17	76,08

ANEXO 12. Continuación

Variables climatológicas en el año 2011, obtenidas de la Estación Agrometeorológica de Santo Domingo.

Meses	Días con precipitaciones	Acumulado Pluvial (mm)	Temperatura (°C)			HR Media (%)
			Media	Mínima	Máxima	
Enero	2,00	5,80	20,69	14,90	26,50	78
Febrero	11,00	90,00	21,11	14,89	26,50	74
Marzo	6,00	50,60	22,17	16,10	27,60	68
Abril	8,00	126,50	23,80	17,66	30,60	66
Mayo	9,00	11,90	25,71	20,37	33,20	73
Junio	12,00	227,90	26,76	22,43	34,60	80
Julio	17,00	191,40	27,11	22,74	33,40	77
Agosto	19,00	214,10	27,00	22,80	33,90	76
Septiembre	18,00	158,10	26,49	22,47	32,60	81
Octubre	14,00	135,20	25,34	21,39	30,50	79
Noviembre	10,00	25,60	22,59	17,73	28,30	80
Diciembre	5,00	25,20	21,46	16,37	24,30	81
Total anual	131,00	1262,30				
Promedio anual			24,19	19,15	30,17	76,08

ANEXO 12. Continuación

Variables climatológicas en el año 2012, obtenidas de la Estación Agrometeorológica de Santo Domingo.

Meses	Días con precipitaciones	Acumulado Pluvial (mm)	Temperatura (°C)			HR Media (%)
			Media	Mínima	Máxima	
Enero	3,00	6,15	20,74	14,95	26,54	73
Febrero	10,00	82,00	20,71	14,90	26,52	75
Marzo	6,00	53,00	21,92	16,22	27,63	66
Abril	7,00	102,50	24,12	17,62	30,62	68
Mayo	9,00	73,10	26,83	20,41	33,25	74
Junio	14,00	231,40	28,53	22,45	34,61	82
Julio	16,00	197,10	28,65	22,73	33,40	78
Agosto	15,00	222,00	28,38	22,84	33,92	75
Septiembre	18,00	163,10	27,56	22,50	32,63	80
Octubre	14,00	142,20	25,94	21,41	30,47	80
Noviembre	9,00	95,60	23,03	17,75	28,31	75
Diciembre	4,00	20,20	20,34	16,40	24,28	77
Total anual	125,00	115,69				
Promedio anual			24,68	19,18	30,18	75,25

ANEXO 13

Base de cálculo utilizada para la evaluación de la efectividad económica de los resultados.

Materiales

Producto	UM	Precio (pesos)
Dicofol	L	2,92
<i>EcoMic</i> [®]	kg	2,50

Salario directo

Salario básico	11,56 pesos/jornada
Salario complementario	1,05 pesos/jornada
Estimulación (40 %)	5,04 pesos/jornada
TOTAL	17,65 pesos/jornada

Gasto de materiales directos

Tratamiento	Cantidad de producto (L)	Importe (pesos)	Observaciones
Dicofol (inmersión de los rizomas)	3,00	8,76	170 L de solución final
<i>EcoMic</i> [®] (Plantas <i>in vitro</i>)	68,00	170,00	326 L de solución final para recubrir el material de plantación para 1,0 ha

Gastos de salario directo

Tratamiento	Salario directo (pesos)	Jornadas necesarias (U)*	Importe (pesos)	Observaciones
Dicofol (rizomas)	17,65**	0,50	8,825	Se utilizaron dos recipientes para el tratamiento
<i>EcoMic</i> [®] (Plantas <i>in vitro</i>)	17,65**	0,60	10,59	Se utilizaron dos recipientes para el recubrimiento de la semilla

* Cada jornada de trabajo se calcula en base a 7,5 horas de trabajo efectivo.

** Esta actividad se realizó por un obrero

ANEXO 13. Continuación

- ✓ Total de costos de Materiales para 1,0 ha de malanga *Colocasia*: 11 779, 45
- ✓ Gastos de fuerza de trabajo: 7 493,88
- ✓ Otros gastos: 868,68
- ✓ Total de gastos: 19 273,33
- ✓ Total de costos para 1,0 ha de malanga *Colocasia*: 20 142,01 pesos
- ✓ Total de costos de Materiales para 1,0 ha de malanga *Colocasia* variante Nueva: 14 229,01
- ✓ Gastos de fuerza de trabajo: 8 625,02
- ✓ Otros gastos: 527,00
- ✓ Total de gastos: 22 854, 03
- ✓ Total de costos para 1,0 ha de malanga *Colocasia*: 23 381,03 pesos
- ✓ Total de costos de Materiales para 1,0 ha de malanga *Xanthosoma* variante base: 11 238,05
- ✓ Gastos de fuerza de trabajo: 5 609,03
- ✓ Otros gastos: 2 000, 00
- ✓ Total de gastos: 16 847,08
- ✓ Total de costos para 1,0 ha de malanga *Xanthosoma*: 18 847,08pesos
- ✓ Total de costos de Materiales para 1,0 ha de malanga *Xanthosoma* variante Nueva: 14 221, 02
- ✓ Gastos de fuerza de trabajo: 6 622, 01
- ✓ Otros gastos: 1330, 00
- ✓ Total de gastos: 20 843, 03
- ✓ Total de costos para 1,0 ha de malanga *Xanthosoma*: 22 173, 03 pesos