

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

TRABAJO DE DIPLOMA

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FCA
Facultad de
Ciencias Agropecuarias

Departamento de Agronomía

TRABAJO DE DIPLOMA

Influencia de la fertilización mineral sobre la incidencia de pudriciones secas y el rendimiento en el cultivo de la malanga (*Colocasia esculenta*)

Autora: Kenisleidy Dominguez Vazquez

Tutores: Dra. C. Edith Aguila Alcantara

Dr. C. Ernesto Espinosa Cuéllar

Santa Clara Junio 2018
Copyright©UCLV

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419

PENSAMIENTO

“TIERRA, CUANTA HALLA DEBE CULTIVARSE: Y
CON VARIOS CULTIVOS, JAMÁS CON UNO SOLO.”

“JOSÉ MARTÍ”

DEDICATORIA

Agradezco a la vida y a Dios por haberme permitido realizar este sueño y quiero dedicar este sueño a:

- ✓ la memoria de mi papá Fredy Dominguez Suri,
- ✓ mi mamá Maida Vázquez Vega,
- ✓ y la Revolución Cubana.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por todo su cariño que me han dado, a mi madre por su comprensión y dedicación y a mi padre por todo el apoyo que me dio hasta su último día.

Agradecimiento especial a mis tutores Dra. C. Edith Águila Alcántara y Dr. C. Ernesto Espinosa Cuellar por toda su ayuda y dedicación a la realización de la tesis.

A mis tías Lucía y Lutgarda por sus sabios consejos.

A mi tío Liovel Dominguez por su incondicional apoyo en todos los momentos de mi vida.

A mis abuelos.

A mis primos Amilemis, Deivy, Anisleidy, Danay y Leosvel.

A Yolaine Álvarez por su ayuda en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi familia que siempre me apoya.

A todos los trabajadores del Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales por su ayuda.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por contribuir a mi formación.

A mis compañeros Melisa María Hernández, Ofelia Chaves y Yordán Tristá.

A todos mis más sinceros agradecimientos.

Resumen

Con el objetivo de determinar el efecto de la fertilización sobre la incidencia de las pudriciones secas de la malanga (*Colocasia*), las variables morfofisiológicas, el rendimiento y sus componentes, se realizó un experimento en un suelo Pardo mullido carbonatado en el período comprendido entre febrero de 2016 y febrero de 2017 en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Se empleó el cultivar 'INIVIT MC-2005'. Se evaluó la incidencia de las pudriciones secas de la malanga, algunas variables fenológicas como altura de la planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas y área foliar y el rendimiento obtenido en t ha^{-1} . Se confirmó el efecto positivo del empleo de la fertilización, el promedio de incidencia de la enfermedad disminuyó donde se aplicó fertilizantes minerales. Los resultados mostraron que las variables fenológicas se ven favorecidas en todos los tratamientos donde se fertilizó, siendo los mejores tratamientos 260, 70 y 280 kg ha^{-1} de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. La fertilización influyó positivamente en el rendimiento en comparación con el control sin fertilizar, este fue significativamente mayor en los tratamientos donde se fertilizó con 260, 70 y 280 kg ha^{-1} de nitrógeno, fósforo y potasio.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión bibliográfica	4
2.1. Generalidades del cultivo de la malanga (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott)	4
2.1.1. Importancia del cultivo	4
2.2. Sistemática y descripción del género <i>Colocasia</i>	5
2.2.1. Clasificación taxonómica	5
2.2.2. Características de la planta	5
2.3. Principales labores agrotécnicas	5
2.3.1. La fertilización en el cultivo de la malanga	6
2.4. Enfermedades de la malanga	7
2.4.1. Enfermedades virales	7
2.4.2. Enfermedades bacterianas	7
2.4.2.1. Necrosis marginal bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) (Pammel) Dowson	7
2.4.3. Enfermedades fúngicas	7
2.4.3.1. Manchas foliares	7
2.4.3.2. Complejo marchitamiento-pudrición de raíces	8
2.4.3.3. Pudriciones de rizomas primarios poscosecha	9
2.4.3.4. Mal seco de la malanga	9
2.5. Métodos de manejo de las pudriciones en malanga	10
2.5.1. Control cultural	10
2.5.1.1. Labores agrotécnicas	10
2.5.1.2. Control químico	11
2.5.1.3. Enmiendas orgánicas	11
2.5.1.4. Control biológico	12
2.6. El nitrógeno en las plantas	12
2.6.1. Funciones	12
2.6.2. Insuficiencia	13
2.6.3. Exceso	13
2.7. El fósforo en las plantas.	14
2.7.1. Funciones	14
2.7.2. Insuficiencia	14
2.7.3. Exceso	14

2.8. El potasio en las plantas.....	15
2.8.1. Funciones	15
2.8.2. Insuficiencia	15
2.8.3. Exceso	16
3. Materiales y métodos.....	17
3.1 Datos climáticos.....	17
3.2 Análisis de suelo	17
3.3 Fertilización mineral sobre la incidencia de las pudriciones secas en la malanga Colocasia, el desarrollo y el rendimiento.....	18
4. Resultados y discusión.....	23
4.3 Efecto de la fertilización en la incidencia y severidad de las pudriciones secas.....	23
4.3.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la incidencia y severidad de las pudriciones secas	23
4.3.2. Efecto de la fertilización fosfórica en la incidencia y severidad de las pudriciones secas	25
4.3.3. Efecto de la fertilización potásica en la incidencia y severidad de las pudriciones secas.....	27
4.4 Efecto de la fertilización sobre el desarrollo morfofisiológico de las plantas	29
4.4.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en desarrollo de la planta.....	29
4.4.2. Efecto de la fertilización fosfórica en el desarrollo de la planta.	30
4.4.3. Efecto de la fertilización potásica en el desarrollo de la planta	32
4.5 Efecto de la fertilización en el rendimiento y sus componentes.....	33
4.5.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y sus componentes	33
4.5.2. Efecto de la fertilización fosfórica en el rendimiento y sus componentes.....	35
4.5.3. Efecto de la fertilización potásica en el rendimiento y sus componentes	35
5. Conclusiones	39
6. Recomendaciones	40
7. Referencias bibliográficas	
8. Anexos	

1. Introducción

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).

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).

La malanga (*C. esculenta*) constituye una parte fundamental en la dieta de niños y ancianos por sus propiedades y riquezas nutricionales. Además, se demuestra que el cultivo de la malanga es muy utilizado en la alimentación de diferentes especies animales a nivel mundial incluida Cuba, por lo que constituye una vía importante en la sustitución de importaciones y contribuye a la sostenibilidad alimentaria a nivel de país.

En Cuba se planta cada año alrededor de 160 000 ha de viandas distribuidas en todas las provincias del país, con una producción de 970 000 t anualmente, de ellas el 16 % corresponde a la malanga (ambos géneros) o sea que, en el 2015, de *C. esculenta* se plantaron 6954,7 ha en el país (FAO, 2014; MINAG, 2015).

En el cultivo de la malanga se han detectado diversos agentes fitopatógenos que producen además de pudriciones en raíces, cormos y cormelos, sintomatología en la parte aérea de la planta. Entre los hongos fitopatógenos aislados, asociados al síndrome de las pudriciones secas en las plantaciones de malanga *Xanthosoma* y

Colocasia, se encuentran *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, Dávila *et al.*, 2010 y Espinosa, 2013)

Este síntoma se caracteriza por la aparición de clorosis en las hojas que avanza hacia los pecíolos, y finalmente se generaliza a toda la parte aérea de la planta, deteniendo su crecimiento. Unas plantas afectadas por esta enfermedad a veces perecen, algunas permanecen enanas y otras llegan a emitir una o dos hojas nuevas que no logran alcanzar un desarrollo normal y que generalmente se marchitan.

Se ha demostrado que la mayor influencia de la materia orgánica sobre los patógenos radicales es a través de modificaciones de las actividades microbianas. El control de estos se produce por inacción o lisis de los esclerocios o hifas, directamente o seguido de un corto período de estimulación del crecimiento. La adición de la materia orgánica mejora el vigor de las plantas e incrementa la resistencia de las mismas al ataque de organismos patógenos (Lampkin, 1999).

La generación de la fertilidad orgánica enriquece e intensifica la relación suelo-planta produce una mayor estabilidad en el sistema que disminuye las pérdidas por plagas y enfermedades. Los productos resultantes de la descomposición de proteínas, carbohidratos y ligninas estimulan una diversidad de funciones de los microorganismos.

Los suelos con un buen contenido de materia orgánica presentan un equilibrio entre la flora beneficiosa y la flora patógena (que está regulada), mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, la nutrición de las plantas y activan las defensas de éstas.

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 lugar al problema científico siguiente:

No son suficientes los estudios realizados para determinar el efecto de la fertilización mineral en la incidencia de las pudriciones secas del cultivo, los cuales permitan trazar una correcta estrategia de combate para disminuir las pérdidas causadas por la enfermedad.

Hipótesis de trabajo:

La selección de alternativas de fertilización mineral adecuadas podría contribuir a la disminución de las pérdidas causadas por este síndrome en el cultivo de la malanga.

En este trabajo se propuso el siguiente objetivo general:

Evaluar la influencia de la fertilización mineral del cultivo sobre la incidencia de las pudriciones secas en la malanga *Colocasia*, el desarrollo y el rendimiento.

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

1. Evaluar la influencia de la fertilización mineral en la incidencia de las pudriciones secas de la malanga *Colocasia*.
2. Evaluar el efecto de la fertilización mineral sobre indicadores morfofisiológicos del cultivo.
3. Evaluar el efecto de la fertilización mineral sobre el rendimiento del cultivo y los componentes de este.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Generalidades del cultivo de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

2.1.1. 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*. *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 (FAO, 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 agrotécnica más moderna el rendimiento puede alcanzar entre 10 y 15 t ha⁻¹ (Ustimenko y Bakumovski, 1982; FAO, 2007).

2.2. Sistemática y descripción del género *Colocasia*

2.2.1. 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.

2.2.2. 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).

2.3. 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 *Colocasia* 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 *Colocasia*, 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 *Colocasia* de 10-15 cm (Rodríguez *et al.*, 2000; Castillo y Castillo, 2004; MINAG, 2008; Calzadilla *et al.*, 2012).

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).

2.3.1. La fertilización en el cultivo de la malanga

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 *Colocasia* 260 - 340 kg ha⁻¹ N, 80 – 100 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 280 - 380 de K₂O kg ha⁻¹. En *Colocasia* 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).

2.4. 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.

2.4.1. 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. 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.

2.4.2. Enfermedades bacterianas

2.4.2.1. 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.

2.4.3. Enfermedades fúngicas

2.4.3.1. 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).

2.4.3.2. 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* Brown, *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 fungoso 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”.

2.4.3.3. 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).

2.4.3.4. 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).

2.5. 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).

2.5.1. Control cultural

2.5.1.1. 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.

2.5.1.2. Control químico

Algunos fungicidas como el Pentacloronitrobenceno (PNCB) ha mostrado eficiencia en el control de *S. rolfsii*, pero su empleo incrementa las poblaciones de *Fusarium* (Kimati, 1978) y de *Pythium* 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.

2.5.1.3. 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 (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).

2.5.1.4. 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. rolfsii* 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.

2.6. El nitrógeno en las plantas.

2.6.1. Funciones

Se encuentra en gran número de compuestos orgánicos de gran importancia para la planta, principalmente en las proteínas. Las proteínas tienen una función de primer orden en el crecimiento y multiplicación de los organismos vivos. Es un componente de los pigmentos clorofílicos, que son los que dan a las plantas su color verde. También se encuentra en las hormonas, las cuales son compuestos

orgánicos que ejercen funciones reguladoras en el metabolismo, además está presente en el transportador de energía, trifosfato de adenosina (Fundora *et al.*, 2009).

2.6.2. Insuficiencia

La insuficiencia de N reduce el desarrollo vegetativo y acelera la fase de desarrollo reproductiva, con una disminución del rendimiento. Por la importancia de las funciones del nitrógeno la insuficiencia reduce las dimensiones de la planta, el área foliar, el crecimiento de los brotes, el grosor de los tallos, el número y dimensiones de frutos y semillas, así como el ahijamiento en las gramíneas (Arzola *et al.*, 2013). Las plantas que sufren insuficiencias, además de manifestar un pobre desarrollo, presentan una coloración de verde clara a amarilla, más pronunciada en las hojas viejas, ya que el nitrógeno movilizado en ellas va hacia las partes jóvenes del vegetal. La planta puede presentarse verde y sufrir la insuficiencia, ya que los síntomas se presentan, generalmente cuando esta es aguda (Arzola *et al.*, 2013).

2.6.3. Exceso

Un exceso de N disminuye las reservas de carbohidratos, ya que el elemento promueve el desarrollo de tejidos adicionales en los cuales se emplean los carbohidratos producidos. Las plantas con exceso de nitrógeno son de color verde oscuro muy intenso con hojas anchas y jugosas, su crecimiento vegetativo se alarga y la cosecha de la planta total es grande pero la de los órganos se reduce (Arzola *et al.*, 2013). Es necesario un adecuado suministro de nitrógeno para obtener en épocas tempranas un rápido crecimiento del vegetal. Sin esto la capacidad total de fotosintetizar disminuye y como consecuencia lo mismo ocurre a las posibilidades de almacenar almidón por los cultivos de raíces y tubérculos como la yuca y la papa; pero el desarrollo foliar no puede tampoco ser muy prolongado, pues el tiempo disponible para el crecimiento del órgano de almacenamiento decrece con el aumento del tiempo en que los carbohidratos se usan principalmente para el crecimiento de la parte aérea. Esto explica que el exceso de nitrógeno y las aplicaciones tardías aumenten la parte aérea en detrimento de las raíces y tubérculos (Arzola *et al.*, 2013).

2.7. El fósforo en las plantas.

2.7.1. Funciones

El fósforo tiene una importante función en el metabolismo de las plantas, estando presente en gran cantidad de enzimas, además de ser un importante constituyente de múltiples compuestos vitales como la fitina, lecitina y nucleótidos. Forma parte de las nucleoproteínas que gobiernan la herencia. Aparecen en enzimas que catalizan reacciones metabólicas. Además, forma parte del ATP, el cual desempeña un papel directo como portador de energía e interviene en la fotosíntesis en la captación de la energía luminosa (Fundora *et al.*, 2009).

2.7.2. Insuficiencia

La insuficiencia de fósforo se asocia con el raquitismo, la maduración tardía, el retardo de la floración, la caída de flores y frutos y los tallos delgados (Prado, 2008). En general los síntomas visuales de la insuficiencia de fósforo no son muy pronunciados ni específicos. Si no se tiene en cuenta la inhibición del crecimiento, la insuficiencia de fósforo da la impresión de una nutrición nitrogenada óptima, ya que las hojas viejas que han perdido fósforo para trasladarlo a las nuevas, adquieren una coloración verde oscura a verde azulosa, sobre todo al inicio de la insuficiencia

2.7.3. Exceso

Solo puede manifestarse por la aplicación abundante de fertilizantes fosfóricos durante muchos años hasta acumularse en tal grado que llegue a afectar a otros nutrimentos como los microelementos Fe, Cu y Zn, por la formación de fosfatos muy poco solubles de estos elementos. En estos casos se habla de enfosfatamiento de los suelos. Otros nutrimentos que pueden ser perjudicados por el exceso de fósforo son Ca, B y Mn (Arzola *et al.*, 2013).

2.8. El potasio en las plantas.

2.8.1. Funciones

El potasio realiza una importante función en los procesos metabólicos de la planta. Una planta bien provista de este elemento puede aprovechar mejor el agua del suelo y puede proteger mejor el agua existente en las hojas contra la transpiración. Es imprescindible para la actividad de las enzimas que catalizan ciertas reacciones que determinan el metabolismo de los carbohidratos, influye en la formación de los carbohidratos. Interviene en la época de maduración la cual generalmente se retarda cuando el contenido de potasio es inferior al normal. En cuanto a la resistencia a plagas y enfermedades, el efecto usual del potasio sobre la resistencia, generalmente es opuesto al del nitrógeno, es decir, la aumenta. La resistencia a los parásitos y hongos se explica por una mejor formación de las paredes celulares (mala penetración de las hifas de los hongos) y en la disminución de los azúcares solubles y de los compuestos nitrogenados que sirven a la nutrición directa de los parásitos. De todos los nutrientes, el potasio es el que más se menciona en relación con la calidad de las cosechas, debido a la influencia que tiene sobre la acumulación de almidón, proteínas, etc., en producciones agrícolas que se aprecian por el contenido de esos compuestos (Fundora *et al.*, 2009).

2.8.2. Insuficiencia

Al inicio de la insuficiencia, el crecimiento de la planta se retrasa, después se alcanza un estado estacionario durante el cual la movilización del potasio desde las hojas más viejas no es suficiente para cubrir las necesidades de los meristemas y hojas más jóvenes. Las hojas más jóvenes son menores cuando existe insuficiencia de este elemento. Por la gran movilidad que tiene el K, los síntomas visuales de su insuficiencia comienzan por las hojas más viejas al perder potasio, aunque los primeros síntomas también pueden observarse en las hojas más jóvenes si el crecimiento es rápido (Arzola *et al.*, 2013). La planta con insuficiencia de potasio tiende a adquirir un aspecto marchito por la influencia positiva del potasio en el régimen hídrico de la planta. Las plantas, afectadas en su

crecimiento, muestran acortamiento de las extremidades y el diámetro de los tallos se reduce (Arzola *et al.*, 2013).

2.8.3. Exceso

Los daños directos a la planta por exceso de potasio prácticamente no existen; únicamente podrían citarse las afectaciones provocadas por exceso de abonado lo que se traduce en "daños salinos" aunque estos perjuicios son atribuibles sobre todo al Cl^- de las sales potásicas (Bergmann y Neubert, 1976). Los perjuicios provocados por el exceso de potasio son indirectos; entre los más frecuentes se cita la insuficiencia de magnesio, seguida de la de calcio (Guiner *et al.*, 2004). También el exceso de potasio puede favorecer las insuficiencias de hierro, manganeso, zinc y boro. La absorción de NH_4^+ disminuye con un exceso de potasio. Se denomina consumo de lujo de K a la absorción excesiva sin que ocasiona daños, lo cual no es raro (Arzola *et al.*, 2013).

3. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó entre febrero de 2016 y febrero de 2017, en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado en el municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara. La misma se efectuó a partir de investigaciones realizadas anteriormente.

Se utilizó el término malanga para denominar el cultivar de la especie comestibles pertenecientes al género *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).

3.1 Datos climáticos

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.

3.2 Análisis de suelo

Los experimentos se desarrollaron en un suelo Pardo mullido carbonatado, según la Clasificación de los suelos de Cuba 2015 (Hernández *et al.*, 2015). En aras de conocer las características del suelo en que se desarrolló el experimento, se realizó un muestreo de dichos suelos. El muestreo se realizó en forma de zigzag y a una profundidad de 20 cm, y las muestras estuvieron compuestas por 10 submuestras.

Todos los análisis químicos del suelo se realizaron según la Norma Ramal 279 del MINAGRI (NRAG 279, 1980), según los métodos siguientes:

- P_2O_5 y K_2O . Se realizaron por el método de Oniani con la solución extractiva de ácido sulfúrico (0.1N). El P_2O_5 se determinó colorimétricamente y el K_2O por fotometría de llama.

- Materia Orgánica. Se determinó colorimétricamente luego de la oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado según Wakley y Black (NRAG 279, 1980).
- pH-H₂O y pH-KCl. Se empleó el método potenciométrico, en ambos casos la relación suelo: solución fue 1:2.5. En el caso del pH-KCl se empleó la solución extractiva 1N KCl.

En el anexo 2 se presenta el estado de las propiedades físicas y químicas del suelo en el horizonte 0-20 cm, las cuales se determinaron al inicio del experimento a partir de las diferentes Normas Cubanas (NC) establecidas.

3.3 Fertilización mineral sobre la incidencia de las pudriciones secas en la malanga *Colocasia*, el desarrollo y el rendimiento.

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, 2012).

Los ensayos de campo se plantaron en febrero de 2016 y se cosecharon en febrero de 2017. No se aplicaron productos químicos ni biológicos para el control de enfermedades fúngicas. Se empleó el cultivar INIVIT MC-2005 de malanga *Colocasia*.

En total se realizaron tres experimentos, uno para nitrógeno, otro para fósforo y el tercero para potasio. 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.*, 2015). 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. Los experimentos realizados se describen a continuación.

Experimento 1: Efecto del Nitrógeno en la incidencia de pudriciones secas, el desarrollo y rendimiento en la malanga *Colocasia*.

Tratamientos	Fondos
1. Testigo absoluto (sin fertilización)	P ₂ O ₅ : 70 kg ha ⁻¹ N
2. Testigo de N (solo se aplica el fondo)	K ₂ O: 280 kg ha ⁻¹ N
3. 75 kg ha ⁻¹ N	
4. 130 kg ha ⁻¹ N	
5. 260 kg ha ⁻¹ N	
6. 390 kg ha ⁻¹ N	

Experimento 2: Efecto del Fósforo en la incidencia de pudriciones secas, el desarrollo y rendimiento en la malanga *Colocasia*.

Tratamientos	Fondos
1. Testigo absoluto (sin fertilización)	N : 260 kg ha ⁻¹
2. Testigo de P ₂ O ₅ (solo se aplica el fondo)	K ₂ O: 280 kg ha ⁻¹
3. 35 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	
4. 70 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	
5. 105 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅	

Experimento 3: Efecto de la fertilización Potásica en la incidencia de pudriciones secas, el desarrollo y rendimiento en la malanga *Colocasia*.

Tratamientos	Fondos
1. Testigo absoluto (sin fertilización)	P ₂ O ₅ : 70 kg ha ⁻¹
2. Testigo de K ₂ O (solo se aplica el fondo)	N: 260 kg ha ⁻¹
3. 70 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	
4. 140 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	
5. 280 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	
6. 420 kg ha ⁻¹ de K ₂ O	

La fertilización con KCl y superfosfato triple se realizó entre los 50 y 60 días después de la plantación, aplicándose en bandas tapado, mientras que con la Urea (46-0-0) se fertilizó a los 90 días. Las dosis de cada fertilizante empleadas

como fondo fueron las dosis óptimas, según lo descrito en el Instructivo Técnico (MINAG, 2012).

La cosecha se realizó a los 12 meses de efectuada la plantación se realizaron las evaluaciones siguientes.

Las variables morfofisiológicas en la etapa de desarrollo fueron evaluadas a los seis meses de plantadas. Se emplearon 40 plantas por tratamiento. A continuación, se relacionan las variables evaluadas:

- Altura de la planta, con el auxilio de una regla milimetrada se midió desde la base del seudotallo hasta la parte de inserción del pecíolo, tomando como base referencia la hoja de mayor altura.
- Diámetro del seudotallo, con el auxilio de un pie de rey, se midió en la inserción de la vaina de la hoja en la base de la planta.
- Número de hojas: Se contó el número de hojas por planta.
- Área foliar. Se seleccionó la hoja de mayor altura en la planta principal. El largo de la hoja se evaluó desde el punto de inserción del pecíolo con la lámina foliar hasta el ápice de la hoja. El ancho se midió considerando la parte más ancha que hacen los lóbulos de las hojas extendidas. Esta variable se obtuvo multiplicando el largo y el ancho del limbo de la hoja por 1,48, factor de corrección para *Colocasia*, según Torres (1988).

En el momento de la cosecha se determinó la incidencia (%) y severidad 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, 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) (Ecuación 1).

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

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

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 severidad o intensidad de los daños expresada en (%) de daños en plantas con el síndrome de la pudrición seca según la escala propuesta por Espinosa (2013) (Tabla 2).

Tabla 1. Escala de daños de los rizomas

Grados	
0	Sin pudriciones
1	Pudrición semiseca o semihúmeda que ocupa en la base del pedúnculo hasta un ¼ del rizoma primario o secundario.
2	Pudrición seca que alcanza entre ¼ a ½ del rizoma primario o secundario.
3	Pudrición seca que alcanza entre ½ a ¾ del rizoma primario o secundario.
4	Pudrición seca que alcanza más de ¾ del rizoma primario o secundario

Los porcentajes de severidad o intensidad se calcularon por la fórmula de Townsend y Heuberger (1943) citada por Herrera (2004) (Ecuación 2).

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

dónde:

- 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 según la escala propuesta por Herrera (2004) (Tabla 3).

Tabla 2. Escala empleada para evaluar la intensidad o severidad de los daños en los rizomas de malanga

Grado	Infección	Cuantificación del porcentaje de afectación (%)
1	Infección baja	Porcentaje de infección menor al 10 %
2	Infección media	Porcentaje de infección entre 11 y 25 %
3	Infección alta	Porcentaje de infección mayor al 25 %

Al momento de la cosecha se evaluó además el rendimiento y sus componentes.

- Número de rizomas primarios y secundarios
- Peso de rizomas primarios y secundarios
- Peso total
- Rendimiento t ha⁻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, para la incidencia, intensidad de los daños y el rendimiento se analizaron mediante la prueba paramétrica y Dunnett C para los componentes de rendimiento y las variables morfofisiológicas. Se empleó el paquete estadístico Statistic SPSS (*Packaged for Social Science*), Versión 15 para ambiente de Sistema Operativo Windows.

4. Resultados y discusión

4.1. Características climáticas en el período de evaluación

El clima puede catalogarse, según la clasificación de Köppen, como Aw, tropical subhúmedo (Inzunza, 2005). El período experimental estuvo caracterizado por una estación lluviosa de mayo a octubre donde ocurrió el 77 % de las precipitaciones anuales y el 63 % de los días con lluvia (Anexo 1). El período poco lluvioso se caracterizó por las menores temperaturas medias mensuales, las cuales estuvieron entre 20,1 y 24, 0° C, ascendiendo durante la época lluviosa y se hallaron siempre entre 24,8 y 27, 2° C.

4.2. Características del suelo empleado

Según MINAG (1984) el suelo se caracterizó por un pH (H₂O) ligeramente alcalino; contenido de materia orgánica (MO) bajo; contenido de fósforo disponible (P₂O₅) medio; bases intercambiables con contenidos típicos para este tipo de suelo: el Ca²⁺ mostró valores altos, el Mg²⁺ y el K⁺ mostraron valores medios, respectivamente (Anexo 2). En el caso del K⁺, la proporción de este elemento expresado a partir de la relación catiónica $K^+/K^++Ca^{2+}+Mg^{2+}$ fue baja (Carvajal, 1984) y dado por los altos contenidos de Ca²⁺ intercambiable de estos suelos.

4.3 Efecto de la fertilización en la incidencia y severidad de las pudriciones secas.

4.3.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la incidencia y severidad de las pudriciones secas

El promedio de la incidencia de las pudriciones disminuyó desde 7,61 % donde no se aplicó la fertilización (Testigo absoluto), a 2,03 % donde se fertilizó con 260 kg ha⁻¹ de nitrógeno (Figura1). En general la incidencia de las pudriciones disminuyó en el resto de los tratamientos. Los más efectivos sin diferencias significativas entre ellos fueron: 130, 260 y 390 kg ha⁻¹ de nitrógeno (2,03; 2,18 y 2,21 %) respectivamente con diferencias con el resto de los tratamientos. La incidencia resultó superior en el control sin fertilizar. Resultados similares se obtuvieron para la severidad de los daños, la cual fue baja para todos los tratamientos. Los

menores valores se obtuvieron en los tratamientos donde se fertilizó con 130, 260 kg ha⁻¹ los que no difieren significativamente entre ellos y difieren con el resto de los tratamientos (Figura 2).

En cuanto a los efectos del N debe aclararse que éstos son dependientes de la naturaleza de los patógenos que causan las diferentes enfermedades. Está establecido que altos niveles de suministro de N aumentan la severidad de las enfermedades causadas por hongos que actúan como parásitos obligados, pero tienen el efecto contrario sobre las enfermedades causadas por hongos facultativos y la mayoría de las enfermedades causadas por bacterias. El contraste en el comportamiento está asociado a la diferencia en requerimientos nutricionales de los dos grupos de patógenos. Debido a esto, los efectos de altos niveles de N sobre la severidad de las enfermedades no se pueden generalizar (Marschner, 1995).

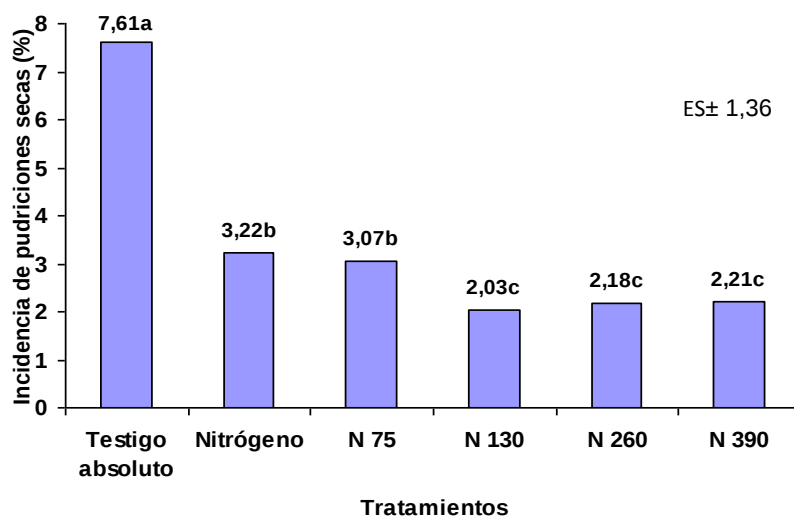


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la incidencia de las pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de *Tukey*.

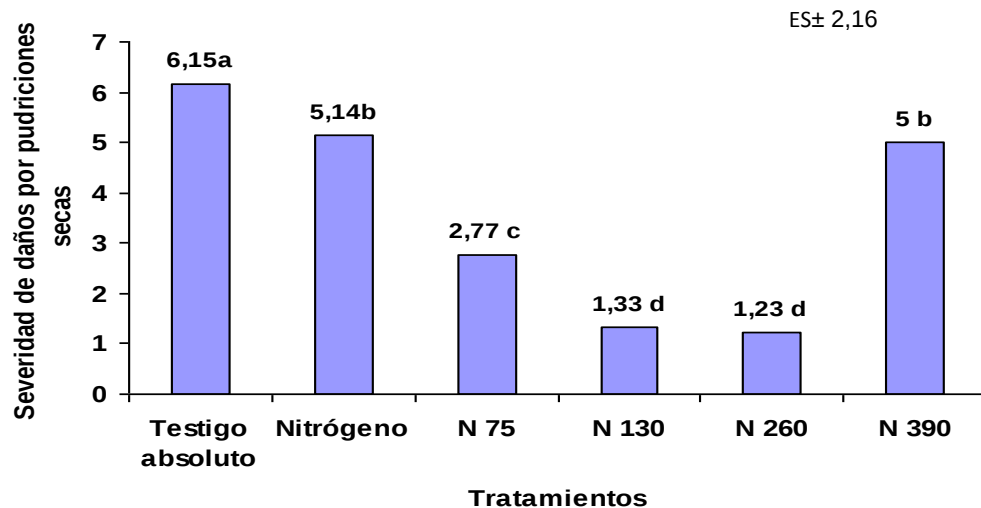


Figura 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la severidad de los daños por pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de *Tukey*.

4.3.2. Efecto de la fertilización fosfórica en la incidencia y severidad de las pudriciones secas

Los valores más elevados de incidencia de las pudriciones secas se obtuvieron en el testigo absoluto, el cual mostró diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos evaluados. En general la incidencia de las pudriciones disminuyó en el resto de los tratamientos. Los más efectivos sin diferencias significativas entre ellos fueron: 70, 35 y 105 kg ha⁻¹ de fósforo (1,00; 2,02 y 2,21 %) respectivamente con diferencias con el resto de los tratamientos. La incidencia resultó superior en el control sin fertilizar (Figura 3). Resultados similares se obtuvieron para la severidad de los daños, la cual fue baja para todos los tratamientos. Los menores valores se obtuvieron en los tratamientos donde se fertilizó con 70 y 105 kg ha⁻¹ los que no difieren significativamente entre ellos y difieren con el resto de los tratamientos (Figura 4).

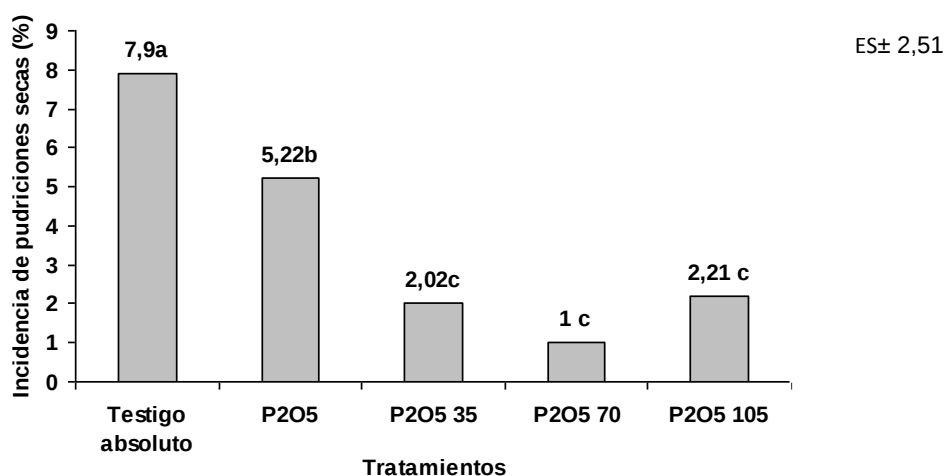


Figura 3. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la incidencia de las pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de *Tukey*

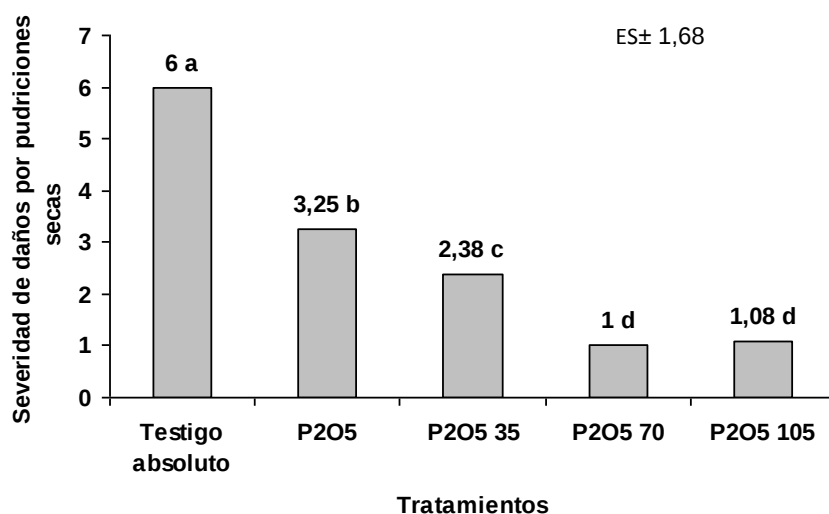


Figura 4. Efecto de la fertilización fosfórica sobre la severidad de los daños por pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de *Tukey*

4.3.3. Efecto de la fertilización potásica en la incidencia y severidad de las pudriciones secas

El promedio de la incidencia de las pudriciones disminuyó desde 7,92 % donde no se aplicó la fertilización (Testigo absoluto), a 1,01 % donde se fertilizó con 140 kg ha⁻¹ de nitrógeno (Figura 5). En general la incidencia de las pudriciones disminuyó en el resto de los tratamientos. Los más efectivos sin diferencias significativas entre ellos fueron: 140, 280 y 420 kg ha⁻¹ de K₂O (1,01; 1,15 y 1,12 %) respectivamente con diferencias con el resto de los tratamientos. La incidencia resultó superior en el control sin fertilizar.

Todos los tratamientos donde no se fertilizó (control), la severidad o intensidad de los daños fue significativamente mayor que en los tratamientos donde se aplicó fertilizante, independientemente de las dosis empleadas (Figura 6). La mayor afectación de los rizomas se observó en el control absoluto, donde el 10% de las plantas tuvo grado 4, el 5 % grado 3 y el 50 % grado 2; seguido del testigo de potasio con 6 % de grado 4, 5 % de grado 3 y 17 % de grado 2. Los valores de severidad de daños, se incrementaron desde (1,01) en el tratamiento donde se aplicó 140 kg ha⁻¹, sin diferencias estadísticas con los tratamientos 280 y 420 kg ha⁻¹, hasta (7,92) en el control absoluto. En estudios realizados en Nicaragua (INTA, 2005) se confirmó que esta enfermedad es generada por un complejo de hongos del suelo como *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y *Fusarium solani*, los cuales pueden actuar individualmente o en complejo. Estos invaden los tejidos de las raíces ocasionando necrosis y pudrición. Los resultados del trabajo han demostrado con algunos de estos patógenos que, al quedar la planta sin un sistema de absorción de nutrientes y agua, comienza a manifestar clorosis en las hojas que avanza hacia los pecíolos. Con el avance de la infección la planta puede morir o afectar su crecimiento; si sobreviven a la enfermedad desarrollan escasos y pequeños rizomas. Perrenoud (1990) presentó resultados de estudios sobre la relación entre la fertilización y la pudrición de estípites, los cuales mostraron una menor incidencia de la enfermedad en palmas de aceite que recibieron de manera balanceada fertilización con N, P y K, en comparación con palmas no fertilizadas o con aquellas que recibieron sólo la aplicación de uno de

los nutrientes mencionados. Por otra parte, Turner (2003) señala que la incidencia de la *Pestalotiopsis* puede estar asociada con deficiencias de magnesio (Mg), mientras que los ataques de *Ganoderma* pueden estarlo con deficiencias de K.

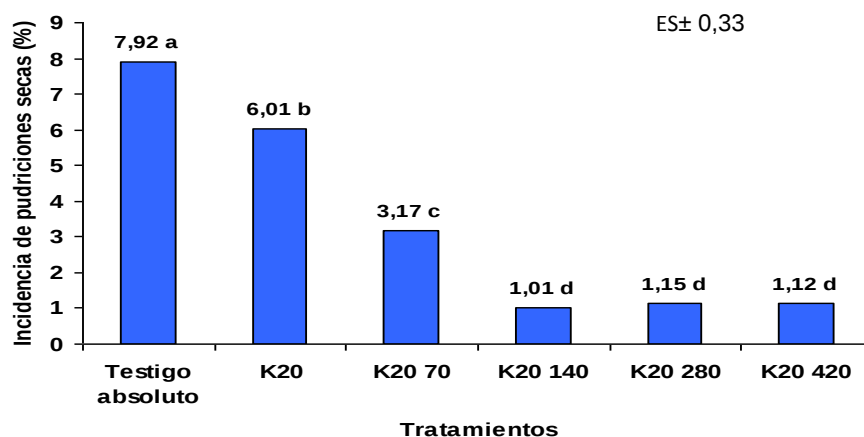


Figura 5. Efecto de la fertilización potásica sobre la incidencia de las pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey.

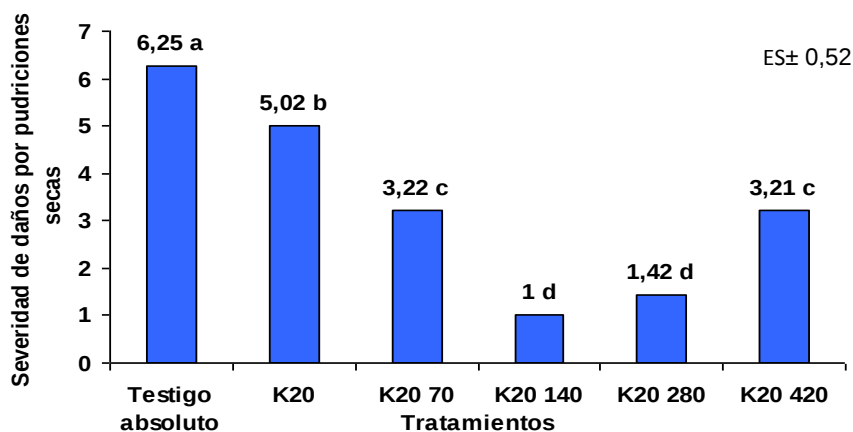


Figura 6. Efecto de la fertilización potásica sobre la severidad de los daños por pudriciones secas. Barras con letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey

Otros autores han realizado estudios más detallados entre la nutrición y las enfermedades de la palma de aceite en Colombia los ha adelantado Cenipalma, en relación con la enfermedad de la Pudrición del Cogollo (Gómez *et al.*, 2000; Munévar y Acosta, 2002; Munévar *et al.*, 2001). Dichos estudios muestran que carencias de algunos nutrientes y desbalances entre ellos actúan como factores de predisposición a la enfermedad, la cual es causada por patógenos débiles. Dichos estudios también señalan que los desbalances entre N y K, entre Ca y B y entre los elementos Ca, Mg y K propician el desarrollo de la enfermedad y han mostrado cómo el manejo integral de la nutrición debe hacer parte de estas estrategias.

4.4 Efecto de la fertilización sobre el desarrollo morfofisiológico de las plantas

4.4.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en desarrollo de la planta

La mayor altura de la planta se obtuvo en el tratamiento 260 kg ha^{-1} (185,50), con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos. El diámetro de pseudotallo fue mayor en todos los tratamientos donde se fertilizó, con 130, 260 y 390 kg ha^{-1} sin diferencias estadísticas entre ellos y mostrando diferencias estadísticas con el testigo absoluto y el testigo de nitrógeno. El número de hojas fue superior estadísticamente en los tratamientos donde se aplicó 130 y 260 kg ha^{-1} de nitrógeno, difiriendo del testigo absoluto sin fertilizar. El área foliar de la planta fue más elevado en el tratamiento donde se fertilizó con 260 kg ha^{-1} de nitrógeno (126,38), con diferencias estadísticas con el testigo absoluto, testigo de nitrógeno y el tratamiento donde se fertilizó con 75 kg ha^{-1} (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre variables morfofisiológicas en la malanga *Colocasia*.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del pseudotallo (cm)	Número de hojas	Área foliar (dm ²)
Testigo absoluto	152,31 e	5,7 d	5,68 b	106,28 d
Testigo de N	168,52 d	6,5 cd	6,92 ab	112,32 d
N 75	169,20 d	6,6 bc	6,98 ab	115,81 cd
N 130	178,4 c	7,1 ab	7,81 a	122,35 bcd
N 260	185,50 a	7,5 a	7,49 a	126,38 ab
N 390	182,38 b	7,3 ab	6,88 ab	124,63 b
ES ±	0,51	0,26	0,43	0,13

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dócima de Dunnett-C

El nitrógeno se absorbe por las raíces de la planta, en forma de los iones NH_4^+ y NO_3^- aunque también las hojas, están capacitadas para este proceso. El nitrógeno es parte esencial de compuestos como los aminoácidos y por lo tanto de las proteínas, si falta nitrógeno se reduce la producción de proteína, lo cual conduce a la inhibición del crecimiento de la planta. Si la insuficiencia aparece temprano, sufre todo el crecimiento del sistema, es decir, la formación de órganos; si la carencia aparece en un estadio de crecimiento tardío, se reduce la acumulación de productos sintetizados (Bergmann y Neubert, 1976). La insuficiencia de N reduce el desarrollo vegetativo y acelera la fase de desarrollo reproductiva, con una disminución del rendimiento, el nitrógeno es el elemento que determina en mayor grado la cantidad de producto agrícola.

4.4.2. Efecto de la fertilización fosfórica en el desarrollo de la planta.

La mayor altura de la planta se obtuvo en el tratamiento 70 kg ha^{-1} (195,05), con diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos. El diámetro de pseudotallo fue mayor en todos los tratamientos donde se fertilizó, con 35, 70 y 105 kg ha^{-1} sin

diferencias estadísticas entre ellos y mostrando diferencias estadísticas con el testigo absoluto y el testigo de P_2O_5 . El número de hojas fue superior estadísticamente en los tratamientos donde se aplicó 35, 70 y 105 kg ha⁻¹, difiriendo del testigo absoluto sin fertilizar (Tabla 4).

El área foliar de la planta fue mayor en el tratamiento donde se fertilizó con 70 kg ha⁻¹ de P_2O_5 (132,13), con diferencias estadísticas con todos los tratamientos, observándose los valores más bajos en el testigo absoluto y testigo de P_2O_5 .

Tabla 4. Efecto de la fertilización fosfórica sobre variables morfofisiológicas en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del pseudotallo (cm)	Número de hojas	Área foliar (dm ²)
Testigo absoluto	150,55 d	5,46 e	5, 43 d	103,20 d
Testigo P_2O_5	167,98 c	6,27 d	6,30 c	115,80 c
P_2O_5 35	178,40 b	7,59 b	7,33 ab	125,66 b
P_2O_5 70	195,050 a	8,1 a	7,82 a	132,13 a
P_2O_5 105	175,91 b	7,01 c	7,13 b	125,24 b
ES $\pm$	1,21	0,17	0,18	0,6

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

El fósforo es de importancia tanto para el rendimiento como para la calidad del producto agrícola, interviene en el crecimiento de la planta y ahijamiento, es de especial importancia para el desarrollo reproductivo del vegetal. La insuficiencia de fósforo se asocia con el raquitismo, la maduración tardía, el retardo de la floración, la caída de flores y frutos y los tallos delgados (Prado, 2008). Niveles satisfactorios de fósforo disponibles a través de las raíces son esenciales para su rápido desarrollo y para una buena utilización del agua y otros nutrientes por la planta (Gómez *et al.*, 2000).

4.4.3. Efecto de la fertilización potásica en el desarrollo de la planta

La mayor altura de la planta se obtuvo en los tratamientos donde se fertilizó con diferencias estadísticas con el testigo sin fertilizar. El diámetro de pseudotallo fue mayor en el tratamiento donde se aplicó, 280 kg ha^{-1} de K_2O el cuál mostró diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos evaluados, obteniéndose en el testigo absoluto y el testigo de K_2O los valores más bajos en esta variable (Tabla 5). La mayor área foliar de la planta se observó en el tratamiento donde se fertilizó con 280 kg ha^{-1} de K_2O ($126,74 \text{ cm}^2$), sin diferencias estadísticas con el tratamiento donde se aplicó 140 kg ha^{-1} ($124,63 \text{ cm}^2$) y con diferencias estadísticas con el testigo absoluto y el resto de los tratamientos. El número de hojas no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Casi todo el potasio en el vegetal se encuentra como iones K^+ en el jugo celular y su importancia radica en su actividad iónica, así como en su alta movilidad acrópeta y basípeta. La insuficiencia favorece el ataque de hongos, al haber una pared celular más delgada, menos resistente a la penetración de las hifas. El potasio regula la apertura y el cierre de los estomas, lo primero permite la entrada de anhídrido carbónico y por ende el proceso de fotosíntesis. Al existir una elevada asimilación de CO_2 se necesita que los productos asimilados en las hojas sean evacuados de éstas hacia los demás órganos de la planta, sobre todo hacia las raíces y los tejidos de almacenamiento como lo son los tubérculos, los frutos y las semillas; existiendo mayor flujo de savia por el floema, en las plantas con altas cantidades de K que en caso contrario.

Tabla 5. Efecto de la fertilización potásica sobre variables morfofisiológicos en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Diámetro del pseudotallo (cm)	Número de hojas	Área foliar (dm ²)
Testigo absoluto	169,20 c	5,50 d	6, 23	115,80 d
Testigo K ₂ O	178,40 b	6,5 c	6,88	120,88 c
K ₂ O 70	185,50 a	7,10 b	7,19	122,35 bc
K ₂ O 140	182,38 ab	7,45 b	7,31	124,63 ab
K ₂ O 280	184,90 a	8,32 a	7,21	126,74 a
K ₂ O 420	182,68 ab	7,15 b	7,16	122,12 bc
ES ±	1,46	0,18	NS	0,86

Medias sin letras en común dentro de columnas difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

4.5 Efecto de la fertilización en el rendimiento y sus componentes

4.5.1. Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y sus componentes

El efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento en la malanga *Colocasia* muestra que el tratamiento donde se fertilizó con 260 kg ha⁻¹ el número de cormos y cormelos por planta fue mayor, al igual que su masa fresca y el peso total. No se observaron diferencias estadísticas en cuanto al número de cormos con el tratamiento donde se fertilizó con 130 kg ha⁻¹. El testigo absoluto y el testigo de nitrógeno, tuvieron los valores más bajos en todas las variables evaluadas (Tabla 6). Resultados similares se obtuvieron en cuanto al rendimiento en cormos, cormelos y rendimiento total, donde los valores más elevados en cuanto a esta variable se obtuvieron con el tratamiento de 260 kg ha⁻¹ mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados (Tabla 7). Estos resultados difieren con los obtenidos por Vidigal *et al.* (2016), pues obtuvo los más elevados rendimientos en clones de *Colocasia* con dosis de N, entre 109-120 kg ha⁻¹.

Tabla 6. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes de rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Cormos/planta	Masa fresca cormos (g)	Cormelos/planta	Masa fresca Cormos (g)	Peso total (g)
Testigo absoluto	1,38 c	0,37 f	3,75 d	0,31 f	0,68 f
Testigo Nitrógeno	1,65 c	0,43 e	4,93 c	0,41 e	0,84 e
N 75	2,13 b	0,51 d	5,1 c	0,49 d	1,01 d
N 130	2,4 ab	0,67 c	5,2 bc	0,57 c	1,24 c
N 260	2,65 a	0,93 a	6,1 a	0,64 a	1,58 a
N 390	2,18 b	0,92 b	5,55 b	0,62 b	1,54 b
ES $\pm$	0,15	0,27	0,131	0,56	3,41

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett-C

Tabla 7. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Rto Cormos ($t\ ha^{-1}$)	Rto Cormelos ($t\ ha^{-1}$)	Rto Total ($t\ ha^{-1}$)
Testigo absoluto	11,793 f	9,823 f	21, 616 f
Testigo de N	13,701 e	13,095 e	26,797 e
N 75	16,314 d	15,667 d	31,991 d
N 130	21,183 c	18,311 c	39,495 c
N 260	29,624 a	20,430 a	50,055 a
N 390	29,266 b	19,616 b	48,882 b
ES $\pm$	3,16	1,67	4,76

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett-C

Según Giletto *et al.* (2013), la fertilización con N es requerida para lograr elevados rendimientos y tubérculos de calidad, pero se necesita adecuar el manejo del nutriente debido a que elevadas dosis de N puede afectar la calidad industrial de los tubérculos, criterio que coincide con (Zhao *et al.*, 2008) en el cultivo de la papa cuando demostraron que el nitrógeno (N) es el nutriente que más afecta el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Elevadas dosis de este elemento, retrasa el inicio de la tuberización y promueven el crecimiento del follaje, pero reduce el rendimiento y afecta la calidad al disminuir el porcentaje de materia seca de los tubérculos.

4.5.2. Efecto de la fertilización fosfórica en el rendimiento y sus componentes

Al evaluar los componentes de rendimiento se observó que el mayor número de cormos y cormelos, además de su masa fresca y el peso total fue mayor en el tratamiento de 70 kg ha⁻¹ mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados, excepto con el tratamiento 105 kg ha⁻¹ (Tabla 8). El rendimiento en cormos, cormelos y rendimiento total tuvo una respuesta similar a sus componentes, obteniéndose los mejores resultados en el tratamiento donde se aplicó 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos evaluados, seguidos por los tratamientos 35 y 105 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Tabla 9).

4.5.3. Efecto de la fertilización potásica en el rendimiento y sus componentes

El efecto de la fertilización potásica sobre los componentes del rendimiento, rendimiento en cormos, cormelos y rendimiento total en la malanga *Colocasia* muestra que el tratamiento donde se fertilizó con 280 kg ha⁻¹ de K₂O, el número, masa fresca y peso total, al igual que el rendimiento en cormos y cormelos y total, obtuvo los valores más elevados. Se observaron diferencias estadísticas con el resto de los tratamientos. El testigo absoluto y el testigo de K₂O, tuvieron los valores más bajos en todas las variables evaluadas (Tablas 10 y 11).

Tabla 8. Efecto de la fertilización fosfórica sobre los componentes de rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Cormos/ planta	Masa fresca cormos (g)	Cormelos/ planta	Masa fresca cormelos g)	Peso total (g)
Testigo absoluto	1,0 c	0,58 c	4,83 c	0,4 d	0,98 d
Testigo P ₂ O ₅	1,65 b	0,60 c	4,93 c	0,42 d	1,02 d
P ₂ O ₅ 35	2,00 a	0,68 b	5,48b	0,48 b	1,16 b
P ₂ O ₅ 70	2,13 a	0,71 a	5,88a	0,51 a	1,22 a
P ₂ O ₅ 105	2,1 a	0,66 b	5,50 b	0,45 c	1,11 c
ES±	0,115	0,16	0,152	0,21	3,41

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

Tabla 9. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Rto Cormos (t ha ⁻¹)	Rto Cormelos (t ha ⁻¹)	Rto Total (t ha ⁻¹)
Testigo absoluto	11,58 e	9,78 d	21,36 e
Testigo P ₂ O ₅	20,75 d	13,59 c	34,34 d
P ₂ O ₅ 35	21,79 b	15,06 b	36,85 b
P ₂ O ₅ 70	22,41 a	16,20 a	38,57 a
P ₂ O ₅ 105	20,86 c	15,10 b	35,96 c
ES ±	4,11	2,23	3,44

Medias con letras diferentes dentro de cada columna difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

Tabla 10. Efecto de la fertilización potásica sobre los componentes de rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Cormos / planta	Masa fresca de cormos (g)	Cormelos/ planta	Masa fresca de cormelos (g)	Peso total (g)
Testigo absoluto	1,33 d	0,37 f	3,8 e	0,33 f	0,70 f
Testigo K ₂ O	1,63 d	0,46 d	4,8 d	0,43 e	0,89 e
K ₂ O 70	2,1 c	0,37 e	5,2 c	0,52 d	1,08 d
K ₂ O 140	2,4 b	0,69 c	5,7 b	0,6 c	1,29 c
K ₂ O 280	2,88 a	0,96 a	6,95 a	0,74 a	1,69 a
K ₂ O 420	2,15 bc	0,9 b	5,55 b	0,62 b	1,52 b
ES±	0,22	0,31	0,16	0,42	0,40

Medias sin letras en común dentro de columnas difieren para $p < 0,05$ según dística de Dunnett C

Tabla 11. Efecto de la fertilización potásica sobre el rendimiento en la malanga *Colocasia*

Tratamientos	Rto Cormos (t ha ⁻¹)	Rto Cormelos(t ha ⁻¹)	Rto Total (t ha ⁻¹)
Testigo absoluto	11,84 f	9,95 f	21,79 f
Testigo K ₂ O	14,53 e	13,65 e	28,19 e
K ₂ O 70	17,70 d	16,43 d	34,13 d
K ₂ O 140	21,94 c	19,17 c	41,11 c
K ₂ O 280	30,37 a	23,44 a	53,71 a
K ₂ O 420	28,42 b	19,74 b	48,19 b
ES ±	2,35	1,86	3,27

Medias con letras no comunes en una misma columna difieren para $p \leq 0,05$ según Tukey

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 %. Espinosa (2013), obtuvo como resultados una menor incidencia de las pudriciones secas en malanga *Xanthosoma* y *Colocasia* y altos rendimientos en los tratamientos donde fertilizó con el 100% de las dosis de fertilizante mineral recomendada en el Instructivo Técnico y con la aplicación del 75 y 50 % de esta dosis combinada con Micorrizas y humus de lombriz o compost.

5. Conclusiones

1. La incidencia e intensidad de los daños por las pudriciones secas disminuyó en un 40-50 % en los tratamientos donde se fertilizó.
2. Las variables morfofisiológicas, altura de la planta, diámetro del seudotallo, número de hojas y área foliar se incrementaron en todos los tratamientos donde se fertilizó.
3. Los valores más elevados del rendimiento y sus componentes se obtuvieron con la aplicación de las dosis 260, 70 y 280 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente.

6. Recomendaciones

1. Continuar las investigaciones realizadas al menos un año más, para reafirmar y fomentar los resultados obtenidos y la aplicación de los mismos.

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. 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.
3. Arzola, N. Fundora, O. Mello, R. (2013). Manejo de suelo para una agricultura sostenible. p. 166, p. 185, p. 198.
4. 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.
5. 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 8 de febrero de 2018.
6. Bergmann, W.; Neubert, P. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Gustav Fischer Verlag. Jena, Germany ,1976, p.346.
7. 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.
8. 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.
9. Carvajal, J. F. 1984. Cafeto, cultivo y fertilización. Instituto de la Potasa y el

Fósforo, Berna, Suiza. 254 p.

10. 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. p. 73-89.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Espinosa Cuéllar, E. 2013. Manejo agrotécnico del cultivo de la Malanga (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y *Colocasia esculenta* Schott) para el combate de las pudriciones secas. Tesis presentada para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. 100 p.
16. 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.

17. FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma. ISBN 978-92-5-308262-9.
18. 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.
19. Folgueras Maryluz. 2010. Las pudriciones radicales de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Cuba. Etiología. Epifitiología 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.
20. Fundora, O. Arzola, N. Machado, J. (2009). Agroquímica. La Habana. p. 120 – 121 p. 139 – 142.
21. 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 p.
22. 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.
23. Giletto, C.; M.C. Monti; P. Ceroli; H. Echeverría. 2013. Efecto de la fertilización con nitrógeno sobre la calidad de tubérculos de papa (Var. Innovator) en el sudeste Bonaerense. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 14 (2): 217-222.
24. 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.
25. 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.

26. Gómez, P.L.; Ayala, L.; Munévar, F. 2000. Characteristics and management of bud rot, a disease of oil palm. Proc. Int. Planters Conf. "Plantation tree crops in the new millenium: the way ahead". Incorp. Soc. Planters, Kuala Lumpur, p.545-553.
27. 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.
28. Guiner González, G.; Franca, J.; Araniega, F. La fertilización potásica en cultivos hortícolas. Agrícola Vergel. XXII, v.256, p.12-15, 2004.
29. 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.
30. 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.
31. Hernández, A., Pérez, JM., Bosch., D y Castro, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de suelos. Cuba.
32. 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.
33. 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.
34. 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 p.

35. 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.
36. 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. p. 601-621.
37. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2005). El Cultivo del Quequisque. Guía Tecnológica 24. 22 p.
38. International Institute of Tropical Agriculture (IITA). 1981. Research highlights, Sources of resistance of cocoyam root rot Blight. Ibadan, Nigeria. p. 48-51.
39. Inzunza, J. C. 2005. Clasificación de los climas de Köppen. *Ciencia...Ahora*, no. 15, año 8, marzo-abril.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. Joffe, A. Z. 1974. A modern System of *Fusarium* Taxonomy. Mycopatología et Mycologia applicata 53(1-4). 201-228.
44. Johnston, A. and Booth, C. 1983. Plant Pathologist. Pocketbook. 2do ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, England, 439 p.
45. 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.
46. Kimati, H. 1978. Fungicidas. En: Galli, F. Manual de Fitopatología; Principios e Conceitos. V. 1. 2da ed. Sao Paulo. Agronómica Ceres. 478 p.
47. Lampkin N. H. 1999. Organic farming and agricultural sustainability. <http://www.orgprints.org/id/file/56315> (Consultado 11 de junio de 2018).
48. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales IICA. San José, Costa Rica., 445 p. C. 1968. XXI. Colección Libros y materiales educativos. IICA. Nro. 84.
49. 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.
50. Livan, M.A. (2006). Fertilizer usage in crop management. <http://www.agrinetguyana.org.gy/nari/publication/fertilizerusage.htm> (Consultado 6 de mayo de 2018).
51. López Zada, M., Vázquez, E. y López, Fleites, R. 1995. Raíces y Tubérculos. La Habana Ed. Pueblo y Educación. Malanga 1. Cuba. 312 p.
52. 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.
53. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. London.
54. 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 p.
55. Matsuoka, S.; F. Abramo y Y. Madsuda. 1989. Controle de *S. rofsii* con fungicida Triadimefon, en canteiros de germinacao de gemas isoladas de caña de acúcar, tratadas térmicamente. Resumen. Fitopatología. Brasileira 8 (3): 544.

56. 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 p.
57. MINAG. Ministerio de la Agricultura. 2012. Instructivo Técnico para la producción de semillas de viandas Cultivo de la Malanga. La Habana. MINAG. 162 p.
58. 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 p.
59. Ministerio de la Agricultura (MINAG). 2015. Resumen estadístico acumulado, diciembre 2015.
60. 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.
61. Monge, M., 1993. Obtención de plantas de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) libre de virus por medio del cultivo *in vitro*. (Eds): Agronomía Costarricense, p. 23-25.
62. Montaldo. A. 2000. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales <http://es.wikipedia.org/wiki/Xanthosoma> Consultado 27/enero/2018.
63. Montaldo. A. 2002. Cultivo de Árceas <http://www.sementesdocerrado.bio.br/Especies/Araceae/Xanthosoma> Consultado 27/enero/2018
64. 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.

65. Munévar M., F.; Acosta G., A. 2002. Recomendaciones de manejo del cultivo de palma de aceite para minimizar el impacto de la Pudrición del Cogollo. Ceniavances no. 97, p.1-4. Cenipalma, Bogotá.
66. Munévar M., F.; Acosta G., A.; Gómez, P.L. 2001. Factores edáficos asociados con la Pudrición de Cogollo de la palma de aceite en Colombia. Palmas, Colombia, v.22, no.2, p.9-12.
67. NRAG 279 (1980). Suelos. Análisis químico. Reglas generales. Ministerio de la Agricultura. Dirección de normalización, metrología y control de calidad. 60 p.
68. Noble R., Coventry E. 2005. Suppression of soil-borne plant diseases with composts: A review. Biocontrol Science and Technology 15: 3-20 p.
69. 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).
70. 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.
71. Onwueme, I. C. 1979. The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyams. Chischester, John Wiley. 229 p.
72. Ordentlich, A.; Elad, Y. and Chet, I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rolfii*. Phytopathology. 78(1): 84-88.
73. 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.
74. Papavisa G. C., Lewis J. A. 1983. Physiological and biocontrol characteristics of stable mutants of *Trichoderma viridae* resistant to MBC fungicides. Phytopatolgy, 73: 407.

75. 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
76. Partridge D. 2007. *Macrophomina phaseolina*. A class Project for PP 728. <http://www.cals.ncsu.edu/plantpath> (consultado el 10 de abril de 2018).
77. 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 p.
78. Perrenoud, S. 1990. Potassium and plant health. IPI Research Topics no. 3. International Potash Institute, Berna.
79. 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 p.
80. Posnette, A. F. A. 1945. Root rot of cocoyams (*Xanthosoma sagittifolium*). *Trop. Agriculture* 22(9) : 164-170.
81. Prado, R.M. Nutrição de Plantas. São Paulo: Editora UNESP, 2008, v.1. p.407
82. Punja, Z. K. 1985. The biology, ecology and control of *Sclerotium rolfsii*. *Ann Rev. Phytopathol.* 23: 97-127.
83. Quynh, N., 1999. Aroids propagation by tissue culture: Shoot tip culture and propagation of *Xanthosoma violaceum*. *Hortscience* 22 (4): 671-672.
84. Ramírez, P. 1993. Aroid virus in Costa Rica. En: Taro and other aroids for food. CATIE, Turrialba, Costa Rica, p. 22-23.
85. 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.
86. 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.
87. 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.

88. Roig, J. T. 1988. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. LL-Z.- Tomo II. 3^{ra} Edición. Editorial Científico Técnica. La Habana. 325 p.
89. 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.
90. 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.
91. 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 p.
92. 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.
93. 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.
94. Stefanova, M. 2007. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. IISV.Cuba. Fitosanidad. 11(3):75-79.
95. 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.

96. Tanaka, K., Mizokami, H., Motomura, T. 1993. Effect of soil sumerging on the sclerotial survival of *S. rolfsii*. Bull. of the Fac. of Agric Saga University. N°. 76: 87-93.
97. 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.
98. Tewodros, Muluaem Beyene. 2013. Morpho-Agronomical Characterization of Taro (*Colocasia esculenta*) Accessions in Ethiopia, Plant. 1(1): 1-9.
99. Toribio, J. 1992. Supression of *S. rolfsii* with banana bunchs rachis juice. Abstract. Phytopathology. 82(5): 611.
100. Turner, P. 2003. The role of nutrition in disease control. In: Fairhurst, T; Härdtner. R. (ed). Oil Palm: Management for large and sustainable yields. Potash and Phosphate Institute, p.181-190.
101. 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.
102. Ustimenko, G., Bakumovski, V. 1982. El cultivo de las plantas tropicales y subtropicales. Capítulo 3. Tubérculos feculentos. Editorial MIR, Moscú. 425 p.
103. 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 p.
104. Vidigal, S., Carvalho Lopes Iza Paula, Puiatti M., Sediya, Nogueira, Maria Aparecida., Resende de Freitas, M. 2016. Yield performance of taro (*Colocasia esculenta* L.) cultivated with top dressing nitrogen rates at the Zona da Mata region of Minas Gerais. 10.1590/0034-737X201663060019

105. 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
106. 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.
107. Zhao-Hui Wang, Sheng-Xiu Li and Sukhdev Malhi. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *J Sci Food Agric* 88:7–23 (2008)

8. Anexos

Anexo 1. Variables climatológicas

Tabla. 12. Variables climatológicas en el año 2016, obtenidas de la Estación Agrometeorológica de Santo Domingo.

Meses	Días consecutivos con precipitación	Días con Acumulados $\geq 40\text{mm}$	Días con Precipitaciones intensas $\geq 100\text{mm}$	Acumulado Pluvial (mm)	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)			HR Media (%)
					Media	Mínima	Máxima	
Enero	14	0	0	82,1	20,9	15,9	26,7	83
Febrero	6	0	0	7,1	20,1	14,1	26,7	77
Marzo	6	1	0	82,9	23,5	17,5	30,4	73
Abril	5	1	0	113,1	24,0	18,0	30,9	72
Mayo	12	1	0	131,1	25,5	20,1	32,1	75
Junio	15	3	0	271,7	26,5	22,3	32,6	79
Julio	15	1	0	136,8	27,2	22,7	33,2	78
Agosto	17	0	0	126,4	26,9	22,8	32,6	80
Septiembre	15	3	0	249,8	26,5	22,3	32,7	82
Octubre	18	0	0	157,3	24,8	21,1	30,0	84
Noviembre	4	0	0	12,9	21,7	16,3	28,0	80
Diciembre	5	0	0	2,8	23,3	18,2	29,7	81
Total anual	132	10	0	1374,0	290,9	231,3	365,6	944,0
Promedio anual	11	0,8	0	114,5	24,2	19,3	30,5	78,7

Anexo 2. Análisis de suelo.

Tabla 13. Propiedades físicas y químicas del suelo al inicio del experimento.

pH	MO	P ₂ O ₅	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	AE	FE	Perm.
H ₂ O	(%)	(mg/100g)	----- (cmol kg ⁻¹) -----			(%)	(%)	(Log 10K)
7,48	1,58	69,35	38,46	3,21	0,40	52,40	92,86	2,29

Categorías de evaluación de algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

Tabla 14. Evaluación del pH del suelo

pH (KCl)	pH (H ₂ O)	Categoría
< 3.5	< 5.0	Muy ácido
3.5 – 4.5	5.0 – 5.5	Ácido
4.6 – 5.5	5.6 – 6.0	Moderadamente ácido
5.6 – 6.0	6.1 – 6.5	Ligeramente ácido
6.1 – 7.0	6.6 – 7.5	Neutro
7.1 – 8.0	7.6 – 8.0	Ligeramente alcalino
8.1 – 8.5	8.1 – 8.5	Moderadamente alcalino
> 8.5	> 8.5	Alcalino
Fuente: MINAGRI, (1984) citado por Cairo y Fundora, (2005)		

Tabla 15. Disponibilidad de los elementos minerales según el pH del suelo

Elemento mineral	Valor del pH al que la Disponibilidad es:		
	Óptima	Regular	Mala
N	6,0 – 8,0	5,5 – 6,0 y 8,0 – 9,0	< 5,5 y > 9,0
P	6,5 – 7,5 y > 8,5	6,0 – 6,5 y 7,5 – 8,3	< 6 y 8 – 8,6
K	> 6,0	5,0 – 6,0	< 5,0
S	> 6,0	5,0 – 5,5	< 5,0
Ca	7,0 – 8,5	5,5 – 6,5 y 9,0 – 10,0	< 5,5 y > 9,5
Mg	> 7,0 – 8,5	5,5 – 6,5 y 9,0 – 10,0	< 5,5 y > 9,5
Fe	< 6,0	6 – 7,5	> 8,0
Mn	5,0 – 6,5	4,5 – 5,0 y 6,5 – 7,5	< 4,5 y > 7,5
Cu	5,0 – 7,0	4,5 – 5,0 y 7,0 – 8,0	< 4,5 y > 8,0
Zn	5,0 – 7,0	4,5 – 5,0 y 7,0 – 8,0	< 4,5 y > 8,0
B	5,0 – 7,0 y > 9,0	4,5 – 5,0 y 7,0 – 8,0	< 4,5 y 8,0 – 8,5
Mo	> 5,0	4,5 – 5,0	< 4,5
Fuente: Roquero y Porta, (1986)			

Tabla 16. Evaluación de la materia orgánica del suelo

% de Materia Orgánica	Categorías
< 2.0	Bajo
2.0 – 4.0	Mediano
4.1 – 6.0	Alto
> 6.0	Muy alto
Fuente: MINAGRI, (1984) citado por Cairo y Fundora, (2005)	

Tabla 17. Evaluación del Fósforo y Potasio, por método de Oniani.

P ₂ O ₅ y K ₂ O (mg 100 g ⁻¹) por el método de Oniani para suelos no cañeros, sólo para otros cultivos		
P ₂ O ₅	K ₂ O	Categoría
< 6	< 7	Bajo
6 – 11	7 – 14	Mediano
11 – 15	14 – 20	Alto
> 15	> 20	Muy alto
Fuente: Fundora y Yepis, (2000)		

Tabla 18. Evaluación del factor de estructura y los agregados estables al agua.

Factor de Estructura (%)	Categoría	Agregados estables en agua (%)	Categoría
80 – 100	Excelente	> 70	Excelente
65 – 80	Bueno	70 – 55	Adecuado
55 – 65	Regular	55 – 40	Regular
< 55	Malo	< 40	Malo
Fuente: Cairo,(2006)			

Tabla 19. Evaluación del índice de permeabilidad de los suelos.

Permeabilidad (Log 10 K)	Categoría
2.00 – 2.50	Excelente
1.50 – 2.00	Adecuado
1.00 – 1.50	Regular
< 1.00	Malo
Fuente: Cairo, (2006)	