



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Comportamiento agromorfológico y plagas asociadas de 18
accesiones cultivadas del banco de germoplasma de quequisque
(*Xanthosoma* spp.) de Nicaragua, CNIAB-INTA-Managua**

AUTOR

Br. Jorge Valdemar Alfaro Gutiérrez

ASESORES

**Dr. Guillermo Reyes Castro
Ing. Agr. Ena Mabel Rivers Carcache
Lic. MSc. Irma Vega Norori
Lic. MSc. Mercedes Ordoñez**

Trabajo presentado a la consideración del honorable
tribunal examinador, como requisito para optar al grado
de ingeniero en sistemas de protección agrícola y forestal.

Managua, Nicaragua, febrero, 2010

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	Página
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
ÍNDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
RESUMEN	<i>vi</i>
ABSTRACT	<i>vii</i>
I INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Descripción de la zona	4
3.2 Origen del material vegetal	4
3.3 Preparación de la semilla	4
3.4 Diseño experimental	5
3.5 Manejo agronómico	5
3.6 Variables evaluadas	5
3.6.1 Variables morfológicas	5
3.6.2 Variables de rendimiento	6
3.6.3 Cálculo de la duración del ciclo de vida	6
3.7. Problemas fitosanitarios	6
3.7.1. Incidencia e identificación del barrenador del tallo y corno del quequisque	6
3.7.2. Incidencia y severidad del DsMV	7
3.8 Análisis estadístico	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1. Variables morfológicas	9
4.2. Variables de rendimiento	10
4.3. Duración del ciclo de vida	11
4.4. Incidencia e identificación de insecto barrenador del tallo y corno del quequisque	12
4.5. Incidencia y severidad del DsMV	13
V. CONCLUSIONES	18
VI. RECOMENDACIONES	19
VII. LITERATURA CITADA	20
VIII. ANEXOS	23

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo a nuestro buenísimo y maravillosísimo Dios por su amor para conmigo, por estar siempre fortaleciéndome e iluminándome en todo momento, lugar y circunstancia de mi vida y en este trabajo. **TE AMO OH MI DIOS.**

A mis padres Hortensia Gutiérrez Salgado y Jorge Valdemar Alfaro Rodríguez los seres que más amo en mi vida por estar a mi lado apoyándome incondicionalmente siempre en cada uno de los retos que me impone la vida. **LES AMO.**

A mis hermanas Mariela, Meyling y Yeneldine Alfaro Gutiérrez por su apoyo psicológico, moral y sus oraciones para que pudiera culminar mis estudios y lograr el sueño de mi vida. **LES AMO.**

A mi tía Ana María Olivas por sus consejos, apoyo moral y económico que me ha brindado durante todo este tiempo.

A mis abuelas (os) y mis tías (os), por sus consejos y apoyo moral brindado durante toda mi vida.

Al Dr. Guillermo Reyes, gracias por ser un excelente profesor, padre, amigo, colega y compañero, gracias por formar profesionales con un verdadero espíritu de trabajo, que nuestro buenísimo y maravillosísimo **DIOS** le bendiga hoy y siempre, recuerde **ÉL LE AMA.**

A la persona que estuvo apoyando moral, psicológico y con sus oraciones durante el transcurso de este estudio, por su apoyo incondicional, la mujer de mis sueños, mi futura esposa, mi princesa, mi novia Ing. Agr. Joselin Yessenia Urbina Barrera **DIOS** le bendiga, **ÉL LE AMA Y YO TAMBIÉN.**

.A mis amigas y amigos, hermanos y colegas Nohelia Aguirre, Magna Sequeira, Zenia Silva, Stela Jarquin, Gloria Salmeron, Álvaro Acevedo, Eyder Navarro, Juan Moran, Bosco Centeno, Carlos Orozco y Luís López que me brindaron su ayuda en trabajo en los momentos que más necesité, que nuestro buen padre **DIOS** les bendiga a todas y todos, recuerden **ÉL LES AMA.**

No te des por vencido con las primeras palabras o desalientos de los demás, pues tú puedes hacerlo todo. Jorge Alfaro, recuerda:

Todo lo podemos en Cristo Jesús que nos fortalece.

Filipenses. 4.13.

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro buenísimo y maravillosísimo Señor por que es el único poderoso y majestuoso que está sobre todas las cosas, quien nos regala inteligencia y sabiduría para alcanzar nuestras metas y realizar nuestros sueños, de lo contrario no sería posible.

A mis padres quienes a pesar de sus limitaciones económicas me han brindado siempre su apoyo para realizar mis sueños. Este es el fruto de sus oraciones, amor, consejos brindados, apoyo económico, moral y psicológico incondicional.

A mis asesores, Lic. MSc. Mercedes Ordóñez, Lic. MSc. Irma Vega, Ing. Agr. Ena Rivers, al Dr. Guillermo Reyes Castro por ser más que mi profesor, padre, amigo, compañero y colega por sus consejos y apoyo incondicional durante la realización de este trabajo de tesis.

A Lic. Eudomilia Quezada y al Ing. Santiago Obando por su apoyo moral, oraciones y consejos brindados en estos cinco años de estudio.

A todas las personas que me brindaron su apoyo en el transcurso de mis estudios: A doña Teresa Hernández por su cariño y consejos brindados. A la Dirección de Servicios Estudiantiles en especial a la Lic. Idalia Casco, Lucía Silva y Lic. Erika Úbeda por su apoyo en estos cinco años de estudio.

Al personal del CENIDA, a todos, muchas gracias por su valioso apoyo.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) por el préstamo del terrero donde se estableció el ensayo.

Al Ing. Alex Cerrato responsable del museo entomológico de la UNA y al Dr. José Clavijo la Universidad Central de Venezuela por el trabajo de identificación de la especie de insecto reportada en este estudio.

Al Proyecto de Apoyo al Consejo de Investigación de la UNA (PACI-UNA) por haber financiado este estudio, y a los profesores que con sus conocimientos formaron al profesional que hoy soy. Que nuestro buenísimo y maravillosísimo **DIOS** les bendiga a todas y todos hoy y siempre, recuerden **ÉI LES AMA**.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Accesiones estudiadas, origen y especie.	4
2.	Escala de severidad del <i>Virus del Mosaico del Dasheen</i> .	7
3.	Promedio de altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hoja, diámetro del pseudotallo y número de hijos y su respectiva categoría estadística de las accesiones evaluadas 207 dds en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.	9
4.	Número promedio de cormos, peso, largo y ancho de cormos de las accesiones y la categoría estadística al momento de la cosecha (269 dds) en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.	10
5.	Número promedio de cormelos, peso (g), largo y ancho (cm) de cormelos y peso promedio de comerlos por planta (g), rendimiento y su respectiva categoría estadística de las accesiones evaluadas al momento de la cosecha (269 dds) en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.	11
6.	Severidad promedio del DsMV en 20 plantas por accesión en base a síntomas foliares a los 180 dds.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Mapa de campo.	5
2.	Duración del ciclo de vida de las accesiones 4833, 4849, 4857, 4868, 4815 y 4826. Número de hijos, diámetro del pseudotallo, altura de planta, largo y ancho de la hoja y número de hojas a los 156, 174 y 207 dds.	12
3	Estados del ciclo de vida del barrenador del tallo y cormos del quequisque (<i>Cacographis osteolalis</i>) a) larva, b) pupa y c) adulto. Foto tomada por el investigador.	13

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Altura de planta (cm) de las accesiones de quequisque establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	24
2.	Promedio de hojas por accesión de quequisque establecidas en el CNIAB-INTA, Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	24
3.	Largo promedio de hojas (cm) de las accesiones de quequisque establecidas CNIAB-INTA Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	25
4.	Ancho de hojas (cm) por accesión de quequisque establecidas en el CNIAB-INTA-Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	25
5.	Diámetro del pseudotallo (cm) por accesión de quequisque, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	26
6.	Número de hijos registrados por accesión de quequisque establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009 y su respectiva categoría estadística.	26

RESUMEN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *X. violaceum*), familia Aráceas, es un cultivo de subsistencia y generador de divisas en Nicaragua. Las infecciones con el *Virus Mosaico del Dasheen*, mal seco (*Pythium myriotylum*) y la reducción del período lluvioso causan bajos rendimientos. Se requieren cultivares tolerantes a las plagas, enfermedades y condiciones adversas. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agromorfológico, en condiciones del CNIAB-INTA, de 18 accesiones cultivadas de quequisque colectadas en Nicaragua, se estableció el ensayo utilizando un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques, 18 tratamientos (accesiones) y 7 plantas por accesión por bloque. Se evaluaron variables morfológicas, de rendimiento, duración del ciclo de vida, incidencia e identificación del barrenador del tallo y cormo, y se realizó prueba ELISA para el diagnóstico viral y severidad del DsMV. Se realizó un análisis de varianza y prueba de separación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) a las variables morfológicas y de rendimiento. Las condiciones climáticas de la zona afectaron desigualmente el crecimiento y desarrollo de las accesiones. Las accesiones 4833, 4826, 4809, 4839 y 4820 (*X. violaceum*) y 4857, 4828 y 4853 (*X. sagittifolium*) registraron comportamiento morfológico y de rendimiento estadísticamente superior. Las accesiones 4849, 4846, 4883 (*X. sagittifolium*), 4838 y 4813 (*X. violaceum*) registraron comportamiento morfológico y de rendimiento significativamente inferior. Las accesiones 4815, 4868 (*X. sagittifolium*), 4838, 4880 y 4808 (*X. violaceum*) registraron comportamiento morfológico estadísticamente superior, y rendimiento estadísticamente inferior, posiblemente debieron ser cosechadas tardíamente. Las accesiones 4833, 4857, 4820, 4839 y 4853 desarrollaron precozmente, mientras que 4807 y 4815 de manera intermedia y 4849, 4808, 4868, 4846, 4883, 4838, 4813, 4809, 4880, 4826 y 4828 tardíamente. Todas las accesiones resultaron infectadas con el DsMV y registraron una severidad promedio leve. Las accesiones 4849, 4846, 4809 y 4813 registraron 5-10% de plantas afectadas con síntomas extremos de severidad (enanismo, y hojas moteadas, enrolladas y amarillentas). La variabilidad genotípica entre las accesiones está disponible para futuros trabajos de mejora genética.

Palabras claves: *Xanthosoma* spp., accesiones, incidencia, severidad, DsMV

ABSTRACT

The cocoyam (*Xanthosoma violaceum* and *X. sagittifolium*) Araceae family, is a subsistence and cash crop in Nicaragua. Infections with *Dasheen Mosaic Virus* (DsMV), and root rot disease (*Pythium myriotylum*) and rainy season reduction cause losses in yield and planting areas. Pests, diseases and adverse conditions tolerant cultivars are required. In order to evaluate the agromorphological performance of 18 cultivated accessions of cocoyam in Nicaragua in CNIAB-INTA conditions a design of a randomized complete block with three blocks, 18 treatments (accessions) and 7 plants per accession per block, was established. Morphological, yield variables and DsMV incidence and severity were evaluated. Morphological and yield variables were submitted to analysis of variance and mean separation test (Tukey, $\alpha = 0.05$). The climatic conditions of the area affected unequally the growth and development of the accessions. The accessions 4833, 4826, 4809, 4839, 4820 (*X. violaceum*), y 4857, 4828 and 4853 (*X. sagittifolium*) recorded a superior significantly morphological and yield performance. The accessions 4849, 4846 4883 (*X. sagittifolium*), 4838 and 4813 (*X. violaceum*) recorded a significantly inferior performance. The accessions 4815, 4868 (*X. sagittifolium*) and 4838, 4880, 4808 (*X. violaceum*) showed significantly superior morphological performance but low yields, possibly they should be harvested late. The accessions 4833, 4857, 4820, 4839 and 4853 reached first their maximum morphological growth, then 4807 and 4815 and the accessions 4849, 4808, 4868, 4846, 4883, 4838, 4813, 4809, 4880, 4826 and 4828 grew late. All accessions were infected with the DsMV and recorded a light mean severity. Accessions 4849, 4846, 4809 and 4813 showed 5-10% of plants affected with extreme symptoms of severity (stunted plants and mottled + curl + yellowish leaves). Genotypic variability among accessions is available for future breeding.

Key words: *Xanthosoma* spp. Accessions, germplasm, incidence, severity, DsMV.

I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *X. violaceum*), familia Aráceae, (Onwueme y Charles, 1994), es una planta nativa de América tropical, subtropical y el Caribe. La etimología del género *Xanthosoma* viene del griego *Xanthos* = amarillo y *soma* = cuerpo (Mayo *et al.*, 1997), debido al color amarillo en la masa de algunas especies. Es una de las primeras seis raíces y tubérculos más importante en el mundo. Según FAO (2005) se cultiva principalmente en Puerto Rico, Cuba, República Dominicana, al oeste de la India, oeste de África, especialmente al sur de Nigeria, Camerún, y en las islas asiáticas de Malasia, Indonesia y el Pacífico Sur por su alto valor nutritivo de proteínas, grasas, carbohidratos y aminoácidos. Según Reyes y Aguilar (2005) el quequisque es importante económicamente en Nicaragua como cultivo de subsistencia en los departamentos de Carazo, Granada y Rivas, y es la raíz y tubérculo más exportada en el trópico húmedo (Río San Juan, Nueva Guinea y El Rama). En el 2001 MAGFOR (2003) reportó la siembra de 30,000 hectáreas de quequisque en Nicaragua. Sin embargo el Centro de Exportaciones e Inversiones de Nicaragua (CEI) (2005) reportó en 2004 un decrecimiento de las áreas de siembras a 6,450 ha. La causa principal fueron infecciones del *Virus del Mosaico del Dasheen* (DsMV, siglas en inglés) (Reyes *et al* 2006) y mal seco, según Perneel (2006) y Adiobo (2006), causado por *Pythium myriotylum*. Estas enfermedades se diseminaron a través de semilla contaminada introducida en los años 80 desde Costa Rica especialmente en Río San Juan y en los municipios Nueva Guinea y El Rama.

La reducción del rendimiento como consecuencia de la infección con el virus, según Reyes *et al.* (2005b), es aproximadamente de 25%, aunque según Saborio *et al.*, (2004), ataques severos pueden causar hasta 50% de pérdidas en el rendimiento

El mal seco es considerado como el principal obstáculo devastador de la producción de quequisque (Tambong *et al.*, 1998), con reducción en la producción de hasta 90% (Nzietchueng, 1983). En Nicaragua esta enfermedad es reportada hasta el momento en plantaciones de quequisque en Nueva Guinea y El Rama.

En Nicaragua son pocos los cultivares que se explotan comercialmente y ninguno es resistente a las enfermedades mencionadas. Para garantizar el aumento sostenido de los rendimientos y la rentabilidad del cultivo se requieren genotipos resistentes a los factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (factores climáticos, edáficos, etc.) perjudiciales por lo que es necesario iniciar trabajos de mejora genética en el cultivo (Reyes, 2006).

El trabajo de colecta nacional de germoplasma realizado por García (2007) demostró una importante variabilidad genética en accesiones cultivadas y silvestres. El estudio reveló que además de las especies reportadas en Nicaragua por Croat y Stiebel (2001), se encuentran las especies *X. atrovirens*, *X. wendlandii* y *X. mexicanum*. Moreno y Suárez (2009) y Centeno y Orozco (2009) caracterizaron morfológicamente el banco de germoplasma, con lo que se inició los estudios de pre mejora en el cultivo.

En el presente estudio se determinó el comportamiento agromorfológico de 18 accesiones con lo que se inicia el trabajo de mejora de las accesiones de quequisque colectadas en todo el país.

I. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agromorfológico de 18 accesiones cultivadas de quequisque colectadas en Nicaragua en condiciones del CNIAB-INTA, junio 2008-enero 2009.

Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento morfológico, rendimiento y duración del ciclo de vida de las accesiones estudiadas.
- Identificar el insecto barrenador del tallo y cormos de quequisque que afectó las accesiones en estudio.
- Determinar la incidencia y severidad del *Virus del Mosaico del Dasheen* en las accesiones.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona

El ensayo se estableció en áreas del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria y Biotecnología (CNIAB) del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado en el kilómetro 14 ½ de la carretera norte; municipio de Managua, localizado entre las coordenadas 12° 08' 36'' latitud norte y a los 86° 09' 49'' longitud oeste, su altitud es de 56 msnm. Según INETER (2008) la zona durante el período de realización de estudio presentó 72% de humedad relativa, con temperaturas promedio de 32 °C y precipitación anual entre 1000-1300 mm.

3.2. Origen del material vegetal

Las accesiones evaluadas pertenecen al banco de germoplasma del género *Xanthosoma* colectado en diferentes sitios de Nicaragua por García 2007 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Accesiones estudiadas, origen y especie

Accesiones	Origen	Especie
4833	Managua	<i>X. violaceum</i>
4857	Costa Rica	<i>X. violaceum</i>
4849	Masaya	<i>X. violaceum</i>
4808	Chinandega	<i>X. violaceum</i>
4820	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4815	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4838	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4807	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4809	Matagalpa	<i>X. sagittifolium</i>
4853	Matagalpa	<i>X. sagittifolium</i>
4868	Madriz	<i>X. sagittifolium</i>
4839	Madriz	<i>X. violaceum</i>
4846	Nueva Segovia	<i>X. violaceum</i>
4826	Nueva Guinea	<i>X. violaceum</i>
4883	Chontales	<i>X. sagittifolium</i>
4828	Chontales	<i>X. sagittifolium</i>
4880	Nueva Guinea	<i>X. sagittifolium</i>
4813	RAAS	<i>X. sagittifolium</i>

3.3. Preparación de la semilla

Las accesiones se multiplicaron mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) siguiendo la metodología descrita por Reyes y Aguilar (2005). La TRAS consiste en la extracción de las yemas que se encuentran en los cormos de las plantas madres, luego se desinfectaron en solución del fungicida Benomil (metalaxil) en dosis de 10 gramos (g) por litro de agua para eliminar enfermedades fúngicas y bacterianas. Las accesiones se establecieron en compost contenido en bolsas de polietileno durante dos meses y medio en el

sombreadero del laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Las plantas de 30-35 cm de altura y con 3-4 hojas se trasladaron al lugar de siembra.

3.4. Diseño experimental

El ensayo se estableció en el periodo junio 2008 a enero 2009 en diseño de bloques completos al azar (BCA), con tres bloques, cada bloque constituido por 18 tratamientos (accesiones) y 7 plantas por accesión por bloque. La distancia de siembra fue de 0.8 m entre planta y 1 m entre surcos. El área total del ensayo fue de 313 m² (Figura 1).

Este																	
Bloque I																	
4834	4857	4849	4808	4820	4815	4868	4846	4826	4883	4880	4838	4807	4809	4813	4828	4839	4853
Bloque II																	
4809	4826	4883	4839	4880	4838	4813	4828	4807	4853	4834	4849	4808	4857	4846	4820	4868	4815
Bloque III																	
4883	4826	4809	4857	4853	4849	4828	4815	4839	4808	4807	4838	4813	4834	4880	4868	4820	4846
Oeste																	

Figura 1. Mapa de campo.

3.5. Manejo agronómico

Durante la preparación del terreno se eliminaron los rastrojos y se realizaron dos pasos de arado. El surcado se realizó manualmente con azadón y la siembra mediante el trasplante directo al campo. Las arvenses fueron controladas con aporques semanales los primeros tres meses, después, cada vez que fue necesario. Se fertilizó con NPK fórmula (10-30-10) a razón de 127 kg ha⁻¹. La primera aplicación al momento de la siembra y la segunda a los 45 días después de la siembra (dds). Se regó por aspersión ocasionalmente durante la ausencia del periodo lluvioso.

3.6. Variables evaluadas

Se evaluaron variables morfológicas, de rendimiento, duración de ciclo de vida y problemas fitosanitarios (incidencia e identificación del barrenador de tallo y cormo, e incidencia y severidad del DsMV).

3.6.1. Variables morfológicas

La altura de la planta (ALPTA en cm) se midió desde la base del pseudotallo hasta la inserción del pecíolo en la lámina de la hoja de mayor altura en la planta principal. El diámetro del tallo (DPSEUT en cm) se evaluó en el punto de inserción de las vainas de las hojas y la base del

cormo. El número de hijos (NUHIJ) se determinó contabilizando el número de vástagos originados a partir de la planta madre. El ancho (ANHOJ en cm) y largo de la lámina foliar (LHOJ en cm) se calculó en la hoja de mayor tamaño. El número de hojas (NUHOJ) se determinó contabilizando el total de hojas presentes en la planta principal. Al momento de cosecha al cormo de la planta madre se le evaluó el peso (PCORMO en g), el ancho (ANCORMO en cm) y el largo (LARCORMO en cm).

3.6.2. Variables de rendimiento

Se determinó el número de cormelos (NCORMEL) por las plantas de la parcela útil, peso de cormelos por planta (PCORMEL/PTA en g), peso promedio de un cormelo (PCORMEL en g), ancho (ANCORMEL en cm) y largo promedio de cormelos (LARCORMEL en cm).

El rendimiento estimado por hectárea ($t\ ha^{-1}$) se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{NC * PP * 12,750}{1,000,000}$$

Donde:

R = es rendimiento en $t\ ha^{-1}$

NC = es el número promedio de cormelos por planta

PP = es el peso promedio de los cormelos por planta (g)

12,750 = es el número de plantas por hectárea

1, 000,000 = gramos por tonelada

3.6.3. Cálculo de la duración del ciclo de vida

Según Wilson (1985) y López *et al.* (1994) el quequisque alcanza su máximo crecimiento alrededor de los 7 meses después de plantado para luego decrecer con el aumento del crecimiento de las estructuras subterráneas. Cualquier diferencia en crecimiento entre las accesiones supondría diferencias genéticas entre ellas. Para determinar la duración del ciclo de vida de las accesiones se consideró los datos de las variables morfológicas a los 207 dds y el rendimiento a los 269 dds (nueve meses).

3.7. Problemas fitosanitarios

3.7.1 Incidencia e identificación del barrenador del tallo y cormo del quequisque

Algunas plantas en el sombreadero y en campo definitivo presentaron daños por un insecto barrenador, el cual taladró desde el pecíolo de la hoja hasta el cormo, y ocasionó la destrucción de la yema apical de crecimiento de las plantas afectadas. Se determinó el

porcentaje de plantas dañadas. Se colectaron las larvas del insecto y se cultivaron para identificación de la especie del insecto en el laboratorio de entomología de la UNA con colaboración de la Universidad Central de Venezuela.

3.7.2. Incidencia y severidad del DsMV

French y Hebert (1980) definen incidencia como el número de plantas afectadas (porcentaje del número total de plantas) y severidad como la porción de tejido de las plantas afectadas (porcentaje del área total) por un determinado patógeno.

La incidencia del DsMV se evaluó a los 180 dds aplicando la prueba ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, siglas en inglés) a muestras de hojas de 6 plantas por accesión (2 plantas por bloque) seleccionadas al azar, no importando que las hojas tuviesen apariencia sana o que presentasen síntomas del virus. Para la prueba ELISA-DAS (Double Antibody Sándwich) se utilizó el protocolo AGDIA Pathoscreen Kit. La severidad del DsMV se evaluó a los 180 dds utilizando la escala de severidad (Cuadro 2) elaborada por el equipo de investigadores en base a los síntomas foliares, el número de hojas afectadas y el porte de la planta. La severidad promedio se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Severidad promedio} = \frac{\text{Número de plantas con síntomas foliares} \times \text{el valor de la escala}}{\text{Número total plantas muestreadas (20 plantas por accesión)}}$$

Cuadro 2. Escala de severidad del DsMV.

Escala	Síntoma	Nº de hojas	Porte de planta
0	Sin daño	-	Normal
1	Amarillamiento leve	1	Normal
2	Amarillamiento leve	2 ó más	Normal
3	Moteado	1	Normal
4	Moteado	2 ó más	Normal
5	Enrollamiento	1	Normal
6	Enrollamiento	2 ó más	Normal
7	Moteado + Enrollamiento + Amarillamiento	2 ó más	Enana

3.8. Análisis estadístico

A las variables morfológicas número de hojas, altura de planta, largo y ancho de hoja, diámetro del tallo, número de hijos, número, peso, largo y ancho de cormo y a las variables de rendimiento: número de cormelos por planta, peso de cormelos por planta, largo y ancho de cormelos se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$) en aquellos casos donde el ANDEVA encontró diferencias significativas entre las accesiones.

Descripción del modelo aditivo lineal (MAL).

Y_{ij} : $\mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$ donde:

$i = 1, 2, 3$accesiones

$j = 1, 2, 3$repeticiones

Y_{ij} = la j -ésima observación de la i -ésima accesión.

μ = media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

α_i = efecto de la i -ésima accesión a estimar a partir de los datos del experimento.

β_j = efecto debido al j -ésimo bloque.

e_{ij} = efecto aleatorio de variación.

A los datos obtenidos de la incidencia del DsMV se les realizó la relación porcentual con respecto al número de plantas totales/accesión como se presenta a continuación:

$$\text{Incidencia del DsMV} = \frac{\text{Número de plantas con síntomas del DsMV por accesión} \times 100}{\text{Número de plantas totales por accesión}}$$

La severidad del DsMV se determinó aplicando la escala antes descrita.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables morfológicas

A los 207 dds las accesiones 4833, 4857, 4820, 4815, 4868, 4826, 4880, 4838, 4809, 4828 y 4853 registraron valores estadísticamente superiores en 5 de las 6 variables morfológicas (Cuadro 3). Las accesiones 4808 y 4839 resultaron estadísticamente superiores en 4 de las 6 variables evaluadas. Las accesiones 4846, 4883 y 4807 registraron consistentemente alturas de planta estadísticamente inferiores durante las tres evaluaciones (Anexo 1). El número de hojas fue variable a través del tiempo en todas las accesiones (Anexo 2).

Cuadro 3. Promedio de altura de planta, número de hojas, largo y ancho de hoja, diámetro del pseudotallo y número de hijos y su respectiva categoría estadística de las accesiones evaluadas 207 dds en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	ALPTA (cm)	NUHOJ(cm)	LHOJ(cm)	ANHOJ(cm)	DPSEUT(cm)	NUHIJ
4833	88.47 abcd	6.46 a	37.00 abcde	42.20 abcd	8.00 ab	0.26 cd
4857	104.00 a	4.00 f	41.40 abcd	49.00 a	7.40 abcde	1.40 abc
4849	76.26 def	4.86 ef	33.73 bcde	37.46 bcd	6.60 cde	1.20 ab
4808	79.87 cde	6.26 ab	36.00 abcde	38.53 abcd	7.66 abcde	0.46 cd
4820	82.93 abcde	6.53 a	34.80 abcde	38.80 abcd	8.06 abcd	0.26 cd
4815	92.13 abc	5.66 abde	41.60 a	46.46 a	8.73 abc	0.33 cd
4868	86.93 abcd	4.56 f	38.40 abcd	43.26 abc	8.73 abc	1.53 ab
4846	66.75 f	5.06 de	30.00 d	32.80 c	5.73 de	0.33 cd
4826	92.00 abc	6.20 abc	41.13 a	41.26 abcd	8.46 abcd	0.46 cd
4883	71.68 ef	5.91 abcd	32.37 cde	36.80 bcd	7.35 bcde	0.60 d
4880	97.87 a	6.60 a	41.66 a	47.60 a	9.06 a	0.73 bc
4838	96.60 a	6.33 ab	40.53 ab	46.86 a	9.60 a	0.00 d
4807	67.53 f	5.66 abcde	25.70 e	30.33 d	5.24 e	0.00 d
4809	86.40 abcd	6.13 abc	38.13 abcd	40.93 abcd	7.86 abcd	0.53 bcd
4813	79.75 cde	6.03 abcd	32.28 cde	37.86 abcd	6.81 cde	0.00 d
4828	93.47 ab	4.93 ef	41.93 a	44.93 a	9.00 abc	1.80 a
4839	80.47 cde	6.06 abcd	35.66 abcde	38.66 abc	7.73 abcde	0.80 bc
4853	90.73 abc	6.26 ab	39.33 abc	43.93 ab	9.06 ab	0.73 bc

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$).

La mayoría de las accesiones (4833, 4808, 4820, 4826, 4880, 4838, 4809, 4813, 4839 y 4853, todas *Xanthosoma violaceum*) registraron a los 207 dds seis hojas promedio por planta. Las accesiones 4857, 4815, 4826, 4880, 4838 y 4828 registraron el mayor largo de hoja (41 cm) (Anexo 3), seguido de las accesiones 4833, 4808, 4868, 4809, 4853 que registraron 36-39 cm de largo. Las accesiones 4849, 4820, 4846, 4883, 4813 y 4839 alcanzaron longitud de hojas de 30-35 cm. La accesión 4807 presentó el menor largo de hoja (25.7 cm).

Las plantas presentaron tendencia de aumento del tamaño de las hojas con el aumento del número de dds. La mayoría de las accesiones desarrollaron hojas de similar longitud. La

accesión 4857 registró el mayor ancho de hoja (49 cm) (Anexo 4). La accesión 4807 registró el menor ancho de hoja (30.33 cm); 4880 produjo hojas de 47.60 cm, 4813 y 4838 registraron hojas de 46 cm; el resto de las accesiones registraron hojas con ancho entre 32-44 cm. Todas las accesiones aumentaron de una manera sostenida el diámetro del pseudotallo hasta la última evaluación (207 dds) (Anexo 5); a excepción de las accesiones 4857 y 4815 (*X. sagittifolium*) las cuales decrecieron en la última evaluación. Las accesiones 4857, 4849, 4868 y 4828 durante las últimas dos evaluaciones (174 y 207 dds) registraron el mayor número de hijos (Anexo 6).

En las variables de cormo las accesiones 4808, 4820, 4815, 4826, 4838, 4809 y 4853 resultaron superiores en 3 de las 4 variables evaluadas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número promedio de cormos, peso, largo y ancho de cormos de las accesiones y la categoría estadística al momento de la cosecha (269 dds) en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	NCORMO	PCORMO(g)	LARCORMO (cm)	ANCORMO (cm)
4833	1.36 b	728.59 bcd	11.31 bc	8.86 abcd
4857	1.00 b	595.35 bcd	15.60 ab	8.00 abcd
4849	1.73 ab	612.92 bcd	11.93 bc	7.57 cd
4808	1.40 b	997.92 ab	13.06 abc	9.66 abcd
4820	1.06 b	1029.95 ab	13.06 abc	9.37 abcd
4815	1.33 b	988.56 ab	14.20 abc	10.40 abc
4868	1.50 b	391.79 d	12.08 bc	6.86 d
4846	2.53 a	723.77 bcd	13.04 abc	7.92 bcd
4826	1.20 b	984.59 ab	16.33 a	10.53 ab
4883	1.06 b	675.86 bcd	10.84 bc	8.17 bcd
4880	1.20 b	932.14 ab	12.32 bc	11.27 ab
4838	1.00 b	1241.73 a	16.40 a	11.80 a
4807	1.16 b	482.80 cd	10.14 c	6.89 d
4809	1.00 b	801.45 abc	14.66 a	11.26 a
4813	1.00 b	747.58 bcd	10.07 c	9.40 abcd
4828	1.33 b	825.83 abc	10.74 bc	9.06 abcd
4839	1.20 b	733.41 bcd	12.80 abc	8.73 abcd
4853	1.13 b	939.23 abc	12.58 abc	9.48 abcd

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre sí (prueba de separación de medias Tukey, $\alpha = 0.05$)

4.2. Variables de rendimiento

La accesión 4857 (*X. sagittifolium*) registró 11 cormelos promedio por planta (Cuadro 5), seguido de la accesión 4828 (9), el resto de las accesiones registraron no más de 8 cormelos. El mayor peso promedio de cormelo por planta lo obtuvo la accesión 4809 (109.5 g) seguido de las accesiones 4826 (95.5 g), 4820, (90.7 g) y 4839 (84.5 g). La accesión 4826 registró el mayor peso de cormelos por planta (833.49 g), seguido de las accesiones 4828 (716.40 g), 4809 (701.09 g), y 4820 (610.37 g). La accesión 4826 registró el mayor largo de cormelo

(11.17 cm), seguido de las accesiones 4839 (9.70 cm), 4809 (9.47 cm), 4833 (9.37 cm) y 4853 (9 cm). La accesión 4849 registró el mayor ancho de cormelo (3.97 cm), seguido de las accesiones 4828 (3.75 cm), 4820 (3.44 cm), 4826 (3.43 cm) y 4880 (3.35 cm). La accesión 4826 (*X. violaceum*) registró el mayor rendimiento estimado t ha⁻¹ (11 t ha⁻¹) seguido de las accesiones 4828 (*X. sagittifolium*) (9 t ha⁻¹), 4809 (*X. violaceum*) (9 t ha⁻¹), 4853 (*X. sagittifolium*) (8 t ha⁻¹) y 4820 (*X. violaceum*) (8 t ha⁻¹) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número promedio de cormelos, peso (g), largo y ancho (cm) de cormelos y peso promedio de comerlos por planta (g), rendimiento y su respectiva categoría estadística de las accesiones evaluadas al momento de la cosecha (269 dds) en condiciones del CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	NCORMEL	PCORMEL	LARCORMEL	ANCORMEL	PCORMEL/PTA	Rendimiento estimado (t ha ⁻¹)
4833	7.00 abc	62.6 cde	9.37 ab	3.31 abc	438.20 abcde	5.5
4857	11.00 a	50.5 abc	7.72 abcdef	2.45 bcd	555.66 abcd	7.0
4849	5.85 cdef	46.9 ef	5.69 def	3.97 a	274.42 de	3.4
4808	5.46 def	65.85 ef	8.01 bc	2.64 cd	357.49 bcde	4.5
4820	6.73 abcd	90.7 abc	8.54 bc	3.44 ab	610.37 abc	8.0
4815	4.53 defg	66.3 cde	5.78 def	2.99 abcd	300.51 cde	4.0
4868	5.21 cdefg	49.9 de	5.01 ef	2.94 abcd	259.96 de	3.0
4846	6.06 cde	51.8 f	5.42 df	2.97 abcd	313.83 de	4.0
4826	8.73 ab	95.5 a	11.17 ab	3.43 ab	833.49 ab	11.0
4883	3.26 efg	51.8 cde	4.30 f	2.90 abcd	168.96 e	2.0
4880	5.88 cdef	67.9 de	8.18 bc	3.35 abc	399.16 bc	5.0
4838	2.26 g	71.9 f	6.84 bcdef	1.75 d	162.44 e	2.0
4807	2.98 fg	75.2 f	7.12 bcde	2.71 bcd	224.24 d	3.0
4809	6.40 bcde	109.5 a	9.47 ab	3.11 abcd	701.09 a	9.0
4813	3.82 defg	65.9 ef	7.26 bcd	3.03 abcd	252.03 d	3.0
4828	9.66 a	74.2 a	5.96 def	3.75 a	716.40 a	9.0
4839	5.93 cdef	84.5 bcd	9.70 a	2.77 bcd	500.94 abc	6.0
4853	8.60 ab	73.8 ab	9.00 ab	3.14 abcd	635.04 a	8.0

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre sí (prueba de separación de medias por Tukey, $\alpha = 0.05$).

4.3. Duración del ciclo de vida

Las accesiones 4849, 4868 (*X. sagittifolium*) y 4826 (*X. violaceum*) continuaron creciendo a los 207 dds, aún después que el resto de accesiones lo dejaron de hacer. Las accesiones 4833, 4839, 4853, 4820 (*X. violaceum*) y 4857 (*X. sagittifolium*) registraron valores inferiores en las variables morfológicas a los 207 dds, en relación a la fecha anterior de evaluación (Figura 3).

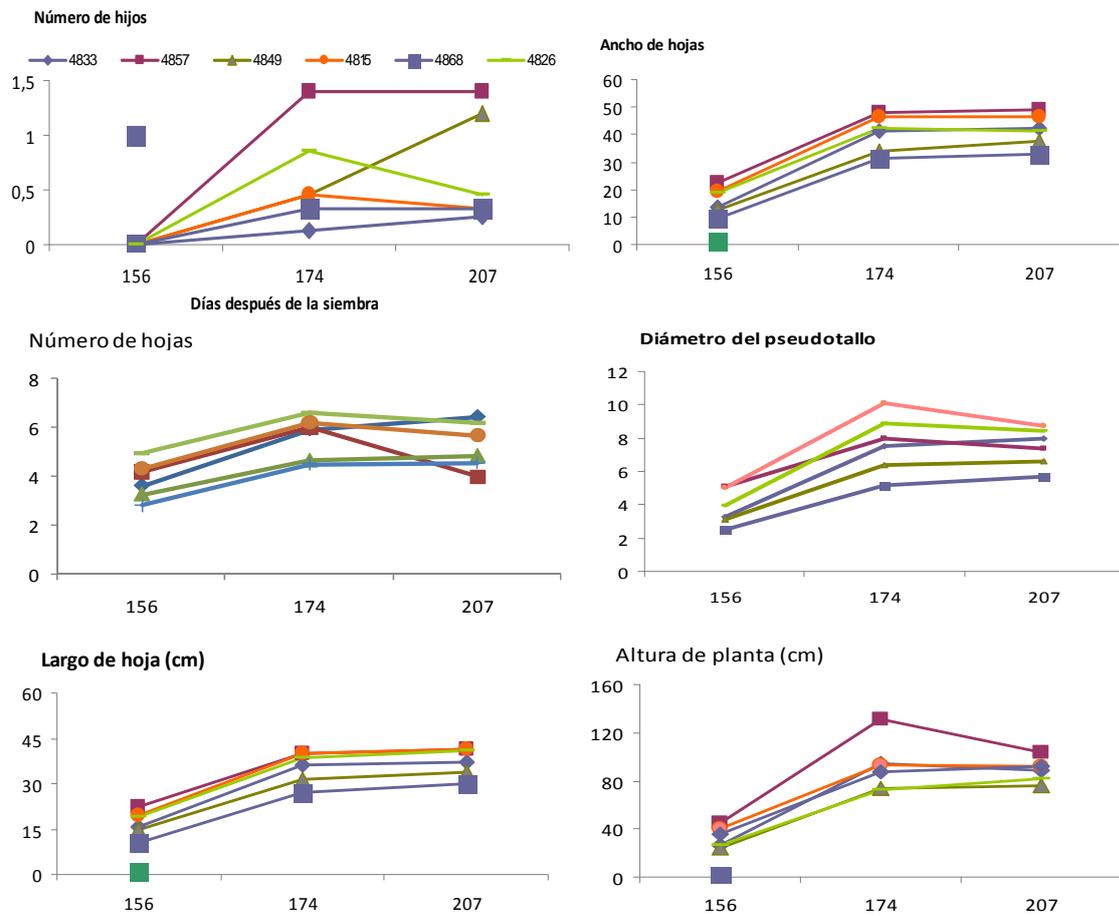


Figura 2. Duración del ciclo de vida de las accesiones 4833, 4849, 4857, 4868, 4815 y 4826. Número de hijos, diámetro del pseudotallo, altura de planta, largo y ancho de la hoja y número de hojas a los 156, 174 y 207 dds.

4.4. Incidencia e identificación del insecto barrenador del tallo y cormo del quequisque

Las afectaciones con el barrenador del tallo se presentaron durante los dos meses del sombrero y los primeros dos de campo en 2 plantas por accesión (9.5%) (Figura 3).



Figura 3. Estados del ciclo de vida del barrenador del tallo y cormos del quequisque (*Cacographis osteolalis*) a) larva, b) pupa y c) adulto. Foto tomada por el investigador (Jorge Alfaro).

4.5. Incidencia y severidad del DsMV

La prueba ELISA a los 180 dds registró 100% de las accesiones infectadas con el DsMV. La severidad del DsMV en las accesiones se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Severidad promedio del DsMV en veinte plantas por accesión en base a síntomas foliares a los 180 dds.

Accesiones	Síntomas (%)							Promedio de afectación	
	0	1	2	3	4	5	6		7
4833	18	2							0.10
4857	19	1							0.05
4849	16				1		1	2	1.20
4808	17	1	2						0.25
4820	18	2							0.10
4815	19			1					0.15
4868	18	2							0.10
4846	19							1	0.35
4826	16	2	1				1		0.40
4883	19	1							0.05
4880	19			1					0.15
4838	15	1	2	2					0.55
4807	17	2				1			0.35
4809	16	1	2					1	0.25
4813	19							1	0.35
4828	16	2	1				1		0.50
4839	19	1							0.05
4853	18	2							0.10

Las accesiones 4849, 4838, 4809, 4826 y 4828 presentaron 15-16 plantas (75-80%) sin síntomas. Las accesiones 4813, 4820, 4815, 4868, 4846, 4808, 4807, 4833, 4857, 4880, 4839 y 4853 registraron 17-19 de plantas por accesión (85-95%) sin afectación. Las accesiones 4849, 4846, 4809 y 4813 registraron 1-2 plantas (5-10%) con los síntomas más severos (plantas enanas y con al menos dos hojas moteadas, enrolladas y amarillentas). Las accesiones

presentaron valores promedios de severidad entre 0.05-1.20, la accesión 4849 presentó el mayor valor, seguido de las accesiones 4838 (0.55) y 4828 (0.50).

Antes de los estudios de García (2007), Zamora (2009), Moreno y Suárez (2009) y Centeno y Orozco (2009), poco se conocía la variabilidad genética del género *Xanthosoma* en Nicaragua. El trabajo de colecta nacional de germoplasma realizado por García (2007) demostró la existencia de una importante variabilidad genética en accesiones cultivadas y silvestres. El estudio reveló que además de las especies reportadas en Nicaragua por Croat y Stiebel en 2001, se encuentran las especies *X. atrovirens*, *X. wendlandii* y *X. mexicanum*. Con los trabajos de caracterización morfológica del banco de germoplasma de Moreno y Suárez (2009) y Centeno y Orozco (2009) se iniciaron los estudios de pre mejora en el cultivo. En el presente estudio se determinó el comportamiento agromorfológico de 18 accesiones *Xanthosoma* del banco de germoplasma de quequisque de Nicaragua (11 *X. violaceum* y 7 *X. sagittifolium*).

Recientemente en Masaya, zona tradicional del cultivo, se reportó una sensible reducción del área de siembra y rendimiento causada fundamentalmente por la reducción en intensidad y duración del período lluvioso. La zona donde se estableció el ensayo (CNIAB-INTA-Managua) es no tradicional del quequisque, donde las lluvias son menores que en zonas de producción comercial, lo que permitió exponer a las accesiones a la escasez de agua. Los suelos del área del ensayo no tienen antecedentes de enfermedades que atacan el cultivo. Las condiciones climáticas desfavorecieron el crecimiento y desarrollo de las accesiones, sin embargo ocho accesiones registraron comportamiento morfológico y de rendimiento estadísticamente superior, cinco de estas *X. violaceum* (4833, 4826, 4809, 4839 y 4820) y tres *X. sagittifolium* (4857, 4828 y 4853).

Las accesiones 4849, 4846, 4883 (*X. sagittifolium*), 4838 y 4813 (*X. violaceum*) presentaron comportamiento morfológico y rendimientos estadísticamente inferiores al resto de las accesiones. El estrés hídrico que sufrieron las plantas durante su ciclo de vida; afectó de manera distinta a las accesiones. La respuesta diferenciada puede responder a la condición genética de las accesiones. De tal manera que el mejor comportamiento agromorfológico de ciertas accesiones estaría determinado por la condición genética a resistir el ambiente donde se estableció el ensayo.

Las accesiones 4815, 4868 (*X. sagittifolium*) y 4838, 4880, 4808 (*X. violaceum*) registraron comportamientos morfológico estadísticamente superiores, sin embargo rendimientos significativamente inferiores; posibles diferencias entre las accesiones en cuanto a la partición o en el tiempo para alcanzar la madurez fisiológica puede explicar estos resultados. Las accesiones referidas mostraron a los siete meses un vigor general llamativo y ostentaron las máximas categorías estadísticas consistentemente en la mayoría de las variables morfológicas, muestra de su desarrollo sostenido en el tiempo. A pesar de eso el ensayo se cosechó exactamente a los nueve meses (269 dds). Se hace necesario evaluar estas accesiones en distintas condiciones y durante varios ciclos para cerciorar la duración del período de vida.

Según Wilson (1984) y López *et al.* (1995) el quequisque es una especie perenne pero debido a propósitos prácticos se considera anual, su cosecha se realiza entre los nueve y doce meses. El ciclo de crecimiento y desarrollo puede ser dividido en tres períodos principales. Durante los primeros dos meses el crecimiento es lento. Este periodo comienza con la brotación de las yemas y termina con la emergencia de los cormelos. El segundo periodo se caracteriza por un rápido crecimiento de las yemas (6-7 meses). Durante el tercer periodo de crecimiento la planta empieza a secarse y el peso total seco de la planta decrece hasta la cosecha. Este es el mejor movimiento de los fotoasimilatos desde las hojas hacia los cormos y comerlos.

La accesión 4826 (*X. violaceum*) colectada en el municipio de Telpaneca-Madriz produjo valores intermedios en peso, largo y ancho de cormelos, no obstante presentó el mayor rendimiento estimado por hectárea (11 t ha⁻¹). Este rendimiento es superior que el 7.2 promedio nacional reportado por Reyes *et al.* (2005). Al parecer esta accesión alcanzó su madurez fisiológica a los nueve meses en las condiciones del estudio. En el estudio se cosechó a los 9 meses, momento óptimo para esta accesión 4826, pero no para otras accesiones, específicamente para la accesión 4838 (*X. violaceum*), colectada en Masaya. La accesión 4838 continuó creciendo aún después de los 9 meses, lo que indica que habría que cosecharla entre los 10-12 meses. Se verificó lo reportado por Reyes *et al.* (2005) que el cultivar tradicional de Masaya requiere mayor tiempo para alcanzar su madurez fisiológica.

Las accesiones evaluadas mostraron la diversidad genética en sus diferentes caracteres lo que indica la existencia de material fuente de genes disponibles para los diferentes trabajos de mejora del cultivo. Dependiendo de la duración del ciclo de vida hubo tendencia en algunas accesiones en disminuir los valores de altura de planta a los 9 meses (4833, 4857, 4820, 4839

y 4853) otras a mantener los valores (4807 y 4815) y el resto al aumento (4849, 4808, 4868, 4846, 4883, 4838, 4813, 4809, 4880, 4826 y 4828). La precocidad permite reducir los gastos en insumos, mano de obra y riego. Cultivares precoces se demandan en zonas tradicionales de Masaya, Carazo y Granada donde los productores han dejado de sembrar quequisque debido a que el período lluvioso ha disminuido.

Al comparar los rendimientos obtenidos por algunas accesiones en el estudio con los obtenidos por Zamora (2009) con las mismas accesiones en condiciones de Nueva Guinea, no todas las accesiones responden de manera igual en ambos ambientes. Las accesiones 4809 y 4820 (*X. violaceum*) se comportaron de manera estable y similar en rendimiento (9.0 y 8.0 t ha⁻¹ respectivamente) a los registrados en condiciones de Nueva Guinea (9.1 y 7.5 t ha⁻¹ respectivamente). En cambio las accesiones 4833, 4807 4820 (*X. violaceum*) y 4849 (*X. sagittifolium*) registraron rendimientos diferentes a los obtenidos por Zamora (2009) en condiciones de Nueva Guinea, lo que supondría una interacción genotípica-ambiente. Realización de estudios similares al presente en diferentes condiciones climáticas contribuirían a determinar la estabilidad de las accesiones.

King y Saunder (1984) reportan afectaciones en Costa Rica con un insecto barrenador del tallo y cormos del quequisque y los identifican como *Hoplocopturus leptopus*, insecto del orden Coleóptera, familia *Curculionidae*. En el presente estudio se creyó que este mismo insecto estaba atacando las plantas. El huevo del barrenador es depositado por la hembra en el pseudotallo de la planta. Al eclosionar la larva se alimentan del pseudotallo y el cormo. Destruyen el meristemo de crecimiento apical retrasando el desarrollo y crecimiento de la planta, lo que provoca el rebrote tardío de la planta. El movimiento de los adultos es nocturno. Después de cultivar el insecto en estado larval en el laboratorio de entomología de la UNA, se identificó con la colaboración de la Universidad Central de Venezuela y resultó ser un insecto del orden Lepidóptera, familia Noctuidae: *Cacographis osteolalis*. En las zonas quequisqueras de Río San Juan se reportan daños significativos causados por el ataque de un barrenador en etapas tempranas del cultivo. Según el diagnóstico fitosanitario de raíces y tubérculos realizado por el proyecto INTA/PASA DANIDA MIP (2004) 57% de los productores de San Carlos y San Miguelito reportan la presencia del barrenador que es considerado un problema para la producción de quequisque. De ser *Cacographis osteolalis* el mismo insecto causante de los ataques en las plantaciones de Río San Juan, se contaría de manera inmediata de un

importante conocimiento de esta plaga, su biología, determinante para tomar decisiones de manejo.

De manera general las accesiones registraron valores de severidad promedio leves, de acuerdo a la escala utilizada. Las diferencias en cuanto a severidad del ataque del virus en las accesiones pueden ser causadas por las características genéticas de las accesiones o por que son diferentes razas o estirpes del DsMV las que afectan las accesiones. Reyes *et al.* (2009) reportaron en Nicaragua diferencias entre aislados del DsMV afectando los cultivares Masaya (My), Nueva Guinea (NG) y Blanco (Bco), estos últimos colectados en Nueva Guinea. Las estirpes del DsMV afectando los cultivares NG y Bco tienen mayor identidad molecular entre ellos que con los aislados del cultivar My, y concluyeron que las diferencias entre los aislados depende del cultivar y el lugar de procedencia. En Cuba, Quintero *et al.* (2001) reportan diferencias en severidad entre aislados del DsMV, y recomiendan la preinmunización de plantas sanas con la estirpe menos severa, como un método de combate contra el virus.

La sintomatología del DsMV aparece y desaparece durante el ciclo del cultivo (Reyes, 2006), razón por la cual cualquier evaluación de la incidencia del virus basada en conteos visuales de las plantas que presentan síntomas del virus no están exentas de errores. La prueba ELISA brindó datos exactos y fiables de la incidencia del virus en las accesiones.

Los estudios de premejora genética en quequisque en Nicaragua deben de estar dirigidos a la búsqueda de variantes genéticas tolerantes a daños causados por factores bióticos (plagas y enfermedades como el DsMV y el mal seco) y abióticos (factores climáticos como reducción del período lluvioso y edáficos) (Reyes, 2006). En diferentes regiones de Nicaragua con potencial para el cultivo se ha dejado de producir quequisque por los problemas antes mencionados. En Nueva Guinea, El Rama y Río San Juan, Región Autónoma Atlántica Sur (RAAS) se reporta una reducción en las áreas de producción por el efecto del mal seco y su persistencia en el suelo durante varios años. En Masaya la reducción del periodo lluvioso debido a los cambios climáticos, ha obligado a los productores abandonar el cultivo. Es muy importante preservar la diversidad genética del género *Xanthosoma* de Nicaragua, para enfrentar las amenazas actuales en contra de la producción y supervivencia de esta importante especie.

V. CONCLUSIONES

- Ocho accesiones (4833, 4826, 4809, 4839, 4820 (*X. violaceum*), 4857, 4828 y 4853 (*X. sagittifolium*)) registraron comportamiento morfológico y de rendimiento significativamente superior. Cinco accesiones (4815, 4868 (*X. sagittifolium*) y 4838, 4880, 4808 (*X. violaceum*)), registraron comportamiento morfológico estadísticamente superior y rendimientos inferiores. Cinco accesiones (4849, 4846, 4883 (*X. sagittifolium*) y 4838, 4813 (*X. violaceum*)) resultaron con comportamiento morfológico y rendimiento significativamente inferior.
- Las accesiones se diferenciaron en la duración del ciclo de vida. La accesión 4826 (*X. violaceum*) obtuvo el mejor rendimiento estimado por hectárea (11 t ha⁻¹). 11 accesiones, incluida la accesión 4838 (*X. violaceum*) colectada en Masaya, requieren mayor tiempo para alcanzar su madurez fisiológica.
- Se identificó el insecto barrenador del tallo y cormos del quequisque *Cacographis osteolalis*. Este insecto podría ser el mismo que causa serias reducciones en la producción en Río San Juan.
- Todas las accesiones resultaron infectadas con el DsMV según la prueba ELISA. La severidad promedio del DsMV en las accesiones fue leve (0.05-1.20). Las características genéticas de las accesiones o diferencias en razas o estirpes del DsMV que las afectan pueden explicar los resultados.

VI. RECOMENDACIONES

- Repetir este estudio en diferentes condiciones climáticas que contribuyan a determinar la estabilidad de las accesiones en cuanto a rendimiento y la duración del período de vida.

VII. LITERATURA CITADA

- ADIOBO, A.** 2006. Biological control on cocoyan (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) root rot disease caused by *Pythium myriotylum* Dreschl. Importance of soil organic matter content and cultural practices. ISBN 13: 97-8905-98915-00.
- CEI**, (Centro de Exportaciones e Inversiones de Nicaragua). (2005). Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: exportaciones Enero-Diciembre 2004.
- CENTENO, G.B. Y OROZO, C.C.** 2009. Caracterización morfológica de 18 accesiones del banco de germoplasma del genero *Xanthosoma* en condiciones del CENIAB-INTA, Managua. Tesis UNA. 41 p.
- CROAT, B. Y STIEBEL, T.** 2001. Araceae Juss. In: Flora de Nicaragua. Introducción, Gimnospermas y Angiospermas (*Acanthaceae-Euphorbiaceae*). (Eds. Stevens, W. D; Ulloa, C; Pool, A. y Montiel, O.M.). Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri, USA. Pg. 186-188.
- CUBERO, J.** 1999. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Pg. 9, 326-330
- FRENCH, E.R.; Y HEBERT, T.T.** 1980. Métodos de investigación fitopatológica. IICA. San José, Costa Rica. 289 p.
- GARCÍA, V.M.** 2007. Colecta y establecimiento de banco de germoplasma en colección viva e *in vitro* del género *Xanthosoma* en Nicaragua. Tesis UNA. 53 p.
- INETER** (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2008-2009. Resumen metereológico anual. Dirección de metereología año 2008-2009.
- INTA**, (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria), 2000. El cultivo del quequisque. Guía tecnológica, Managua, Nicaragua, 24 p.
- KING, A.B.S. Y SAUNDERS, J.L.** 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios de América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 182 p.
- MAGFOR** (Ministerio de Agricultura y Forestal). 2003. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2002-2003. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- MAGFOR.** 2005. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2003-2004. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- MAYO, S.J.; BOGNER, J. Y BOYCER, P.C.** 1997. The genera of Araceae. London, Royal Botanic Granden, Kew.

- MILIÁN, M.; XIQUÉS, X.; ROMÁN, M.; GONZÁLEZ, C.; SÁNCHEZ, I.; NADAL, M.; BEOVIDES, GUERRA, D. Y GUERRA, D.** Caracterización de la variabilidad del género *Xanthosoma* en Cuba, con el uso de descriptores morfoagronómicos, citogenéticos e isoenzimáticos. 61 p.
- MORENO, M.D. Y SUÁREZ, C.A.** 2009. Caracterización morfológica de veinte accesiones del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* en condiciones de campo de la UNA, Managua. Tesis UNA. 48 p.
- NZIETCHUENG, S.** 1983. La pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au cameroon; 1. symptomatologie et etiologie de la maladie. Agronomie tropicale 38, 321-325.
- ONWUEME, I. Y CHARLES, W.** 1994. Tropical root and tuber crops. Production, perspectives and future prospects FAO plant production and protection paper 126 pg. 139-161.
- PERNEEL, M.** 2006. The root rot pathogen *Pythium myriotylum* on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott): interespecific variability and biological control. ISBN 97-8905-98914-94.
- QUINTERO, S.; RODRÍGUEZ, A.A.; RODRÍGUEZ, A.Y OLIVERA, H.** 2001. Combate del Dasheen mosaic potyvirus (DMV) en malanga (*Xanthosoma* spp.) mediante la preinmunización con una estirpe débil (DMV-B). Caribbean Division Meeting Abstracts June 11-15, 2001. La Habana, Cuba. Posted online August 8, 2001.
- REYES, G. Y AGUILAR, M.** 2005b. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.) Guía Técnica No. 8 Pg. 1-10.
- REYES, G.; NYMAN, M. Y RONNBERG, A. C.** 2005a. Agronomic performance of three cocoyam (*Xanthosoma violaceum* Schott) genotypes grown in Nicaragua. En: Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua with emphasis on dasheen mosaic virus. Uppsala.
- REYES, G.** 2006. Studies on Cocoyam (*Xanthosoma* spp) in Nicaragua with emphasis on Dasheen mosaic virus. Tesis Doctoral. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 35 p.
- REYES, G.; RANSELL, JN.; NYMAN. Y KVARNHEDEN, A.** 2009. Sequence characterization of Dasheen mosaic virus isolates from cocoyam in Nicaragua. Arch Virol 154:159–162, DOI 10.1007/s00705-008-0257-9
- SABORÍO, F.; UMAÑA, G.; SOLANO, W.; UREÑA, G.; MUÑOZ, G.; HIDALGO, N. Y BRENES, A.** 2004. Mejoramiento genético del tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) contra el

Mal Seco. Memoria 2004. Talleres REDBIO. Schott), en la comunidad de la Poma, Masaya, 99-00. Tesis UNA.

TAMBONG, J.T.; SAPRA, V.T. Y GARTON, S. 1998. *In vitro* induction of tetraploids in cochicine- treated cocoyam plantlets. *Euphytica* 104, 191-197.

WILSON, J.E. 1994. Cocoyam. In: The Physiology of tropical field crops. (Eds. P.R. Goldsworthy & N.M. Fisher). John Wile and Sons Ltd. New York, London.

ZAMORA, A. 2009. Producción de semilla en tres localidades de Nueva Guinea de cinco cultivares de quequisque (*Xanthosoma* spp.) obtenidos de callos *in vitro*. Tesis de grado Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Tesis UNA. 28 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Altura de planta (cm) por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	Accesiones	Días después de la siembra		
		156	174	207
4833	Tic. Xv	25.91 bcde	93.92 b	88.47 abcd
4857	Sn P Xs	45.00 a	130.80 a	104.00 a
4849	NG Xs	24.41 cde	73.73 bcde	76.26 def
4808	MT Xv	25.61 bcde	78.00 bcde	79.87 cde
4820	SA Xv	30.51 abcd	84.33 bcd	82.93 abcd
4815	ET Xs	40.62 a	92.87 bc	92.13 abc
4868	CT XS	15.77 e	52.42 e	66.75 f
4846	RAAS Xs	26.18 bcde	73.00 bcde	82.07 bcde
4826	EP Xv	35.83 ab	87.33 bc	92.00 abc
4883	MT Xs	23.55 de	60.43 de	71.68 ef
4880	CR Xv	34.30 abc	96.27 ab	97.87 a
4838	MY Xv	32.37 abcd	94.80 b	96.60 a
4807	CH Xv	25.62 bcde	67.31 cde	67.53 f
4809	LE Xv	35.33 ab	85.13 bcd	86.40 abcd
4813	ET Xv	18.35 bcde	68.44 cde	79.75 cde
4828	SL Xs	35.90 ab	92.07 bc	93.47 ab
4839	AP Xv	29.97 abcd	82.47 bcd	80.47 cde
4853	NG Xv	31.43 abcd	92.80 bc	90.73 abc

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)

Anexo 2. Promedio de hojas por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	Días después de la siembra		
	156	174	207
4833	3.62 b	5.95 abc	6.46 a
4857	4.20 ab	6.00 abcd	4.00 f
4849	3.27 b	4.66 e	4.86 ef
4808	3.87 b	5.87 abc	6.26 ab
4820	4.47 b	5.66 bcd	6.53 a
4815	4.33 b	6.20 ab	5.66 abde
4868	3.10 a	5.13 de	5.26 cde
4846	2.83 b	4.53 e	4.56 f
4826	4.93 b	6.60 a	6.20 abc
4883	3.31 b	5.25 de	5.91 abcd
4880	4.60 b	6.20 ab	6.60 a
4838	4.20 b	6.20 ab	6.33 ab
4807	3.63 b	5.04 de	5.66 abcde
4809	3.87 b	6.40 a	6.13 abc
4813	3.17 b	5.01 de	6.03 abcd
4828	3.80 b	5.40 cde	4.93 ef
4839	3.87 b	5.66 bcd	6.06 abcd
4853	4.47 b	6.13 abc	6.26 ab

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)

Anexo 3. Largo promedio de hojas (cm) por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	Días después de la siembra		
	156	174	207
4833	15.52 bcde	36.38 abc	37.00 abcde
4857	22.40 a	40.00 abc	41.40 abcd
4849	14.68 bcde	31.33 bc	33.73 bcde
4808	14.08 de	32.73 abc	36.00 abcde
4820	15.52 bcde	33.60 abc	34.80 abcde
4815	19.32 abc	39.86 a	41.60 a
4868	19.72 ab	35.86 abc	38.40 abcd
4846	10.34 e	27.31 cd	30.00 d
4826	19.01 abc	38.73 a	41.13 a
4883	13.66 bcde	27.38 cd	32.37 cde
4880	18.40abc	35.73 abc	41.66 a
4838	17.56 abcde	36.04 abc	40.53 ab
4807	14.06 cde	25.12 d	25.70 e
4809	17.60 abcd	31.66 bc	38.13 abcd
4813	13.04 d	27.25 cd	32.28 cde
4828	21.22 a	39.86 a	41.93 a
4839	15.33 bcde	33.46 abc	35.66 abcde
4853	17.69 abcd	38.00 ab	39.33 abc

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)

Anexo 4. Ancho de hojas (cm.) por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009

Código	Días después de la siembra		
	156	174	207
4833	13.66 bc	41.42 ab	42.20 abcd
4857	22.30 ab	48.20 a	49.00 a
4849	12.38 bc	33.93 bcde	37.46 bcd
4808	12.49 bc	36.80 abcde	38.53 abcd
4820	15.86 bc	36.53 abcde	38.80 abcd
4815	19.12 ab	46.40 a	46.46 a
4868	19.48 ab	39.33 abc	43.26 abc
4846	9.25 c	31.12 cde	32.80 c
4826	18.87ab	42.40 a	41.26 abcd
4883	12.48 bc	34.13 bcde	36.80 bcd
4880	24.20 a	41.67 ab	47.60 a
4838	17.08 abc	42.20 a	46.86 a
4807	12.39 bc	26.21 cde	30.33 d
4809	16.58 bc	36.87 abcd	40.93 abcd
4813	11.48 bc	29.78 cd	37.86 abcd
4828	18.82 ab	41.47ab	44.93 a
4839	18.56 ab	36.67abcde	38.66 abc
4853	16.94 abc	42.00 a	43.93

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)

Anexo 5. Diámetro del pseudotallo (cm.) por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	Días después de la siembra		
	156	174	207
4833	3.25 def	7.50 bcd	8.00 ab
4857	5.06 abcd	8.00 abce	7.40 abcde
4849	3.10 ef	6.40 bcde	6.60 cde
4808	3.28 def	6.73 bce	7.66 abcde
4820	3.93 bcde	6.93 bcde	8.06 abcd
4815	5.00 ab	10.13 a	8.73 abc
4868	5.16 a	8.86 a	8.73 abc
4846	2.51 f	5.15 bcde	5.73 de
4826	3.96 bcde	8.86 a	8.46 abcd
4883	2.89 f	7.00 bcde	7.35 bcde
4880	4.64 abc	7.86 ab	9.06 a
4838	4.60 abcd	8.20 ab	9.60 a
4807	3.33 cdef	4.51 d	5.24 e
4809	4.63 abc	6.60 bcde	7.86 abcd
4813	2.52 f	5.35 bcde	6.81 cde
4828	5.83 a	8.86 a	9.00 abc
4839	3.28 def	6.26 bcde	7.73 abcde
4853	3.70 bcef	7.46 bc	9.06 ab

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre sí según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)

Anexo 6. Número de hijos registrados por accesión de quequisque y su respectiva categoría estadística, de 18 accesiones establecidas en el CNIAB-INTA Managua, 2008-2009.

Código	Días después de la siembra		
	156	174	207
4833	-	0.13 bc	0.26 cd
4857	-	1.40 a	1.40 abc
4849	-	0.46 abc	1.20 ab
4808	-	0.33 abc	0.46 cd
4820	-	0.20 bc	0.26 cd
4815	-	0.46 abc	0.33 cd
4868	-	1.20 a	1.53 ab
4846	-	0.33 abc	0.33 cd
4826	-	0.86 a	0.46 cd
4883	-	0.40 abc	0.6 d
4880	-	0.46 abc	0.73 bc
4838	-	0.33 abc	0.00 d
4807	-	0.00 bc	0.00 d
4809	-	0.33 abc	0.53 bcd
4813	-	0.06 bc	0.00 d
4828	-	1.20 a	1.80 a
4839	-	0.66 ab	0.80 bc
4853	-	0.26 ab	0.73 bc

Medias en columnas con igual letra son estadísticamente similares entre sí según prueba de separación de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$)