



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

Caracterización morfológica de 18 accesiones del banco de  
germoplasma del género *Xanthosoma* en condiciones del  
CENIAB-INTA, Managua, 2008

Autores

Br. Bosco Rafael Centeno Guevara  
Br. Carlos Manuel Orozco Cisneros

Asesores

Dr. Guillermo Reyes Castro  
Ing. Agr. Ena Mabel Rivers Carcache  
Lic.MSc.Mercedes Ordóñez  
Lic. MSc. Irma vega Norori

Managua, Nicaragua  
Mayo 2009



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

Caracterización morfológica de 18 accesiones del banco de  
germoplasma del género *Xanthosoma* en condiciones del  
CENIAB-INTA, Managua, 2008

Autores

Br. Bosco Rafael Centeno Guevara  
Br. Carlos Manuel Orozco Cisneros

Asesores

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

Managua, Nicaragua  
Mayo 2009

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>iii</i>
INDICE DE CUADROS	<i>v</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>vi</i>
INDICE DE ANEXOS	<i>vii</i>
RESUMEN	<i>viii</i>
ABSTRACT	<i>ix</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1. Descripción de la zona	3
2.2. Origen del material vegetal	3
2.3. Manejo agronómico	4
2.4. Evaluaciones	4
2.4.1. Descriptores cuantitativos y cualitativos	4
2.4.2. Incidencia y severidad del DsMV	7
2.4.2.1. Protocolo para la realización de la prueba de ELISA (Double Antibody Sandwich)	7
2.5. Parentesco entre las accesiones	8
2.6. Análisis estadístico	8
2.7. Catálogo fotográfico	9
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
3.1. Descriptores cuantitativos y cualitativos	10
3.2. Parentesco entre las accesiones	15
3.3. Duración del ciclo de vida	16
3.4. Incidencia y severidad del DsMV	18
3.5. Catálogo Fotográfico	18
IV. CONCLUSIONES	22
V. RECOMENDACIONES	23
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
VII. ANEXOS	27

## Dedicatoria

A mis padres Juan Bosco Centeno Arosteguí y Esperanza Guevara Silva.

A mis hermanas Olga, Arlene, Xochilth y Esperanza.

A mis amigos más cercanos Álvaro Díaz, Celia Delgado, Gabriela Sotelo y Keng Chow.

A la mujer más maravillosa que he conocido Karen García Paz.

Al que se hizo más que un maestro y se convirtió en gran amigo Dr. Guillermo Reyes Castro.

Y a todos los que creyeron en mí y a los que no tanto.

*Bosco Centeno*

## Dedicatoria

A Sandra Cisneros *in memoriam*, mi madre linda por el amor de madre que nos diste durante nos acompañaste en el camino de la vida. Con todo el amor de tu hijo, un beso para el cielo.

*Carlos Orozco Cisneros*

## Agradecimientos

A Dios por darme la vida y la fuerza para concluir esta etapa de mi vida

A mis padres, hermanas por su apoyo durante este ciclo de mi vida tan importante.

Al Dr. Guillermo Reyes Castro por su paciencia y su dedicación. Además de sus enseñanzas académicas y de vida que me servirán en los siguientes pasos de mi vida.

A la Lic MSc Mercedes Ordóñez y la Lic. MSc. Irma Vega Norori por su disposición a ayudarnos durante todo este tiempo y por su aporte científico en este trabajo.

A Ing. Agr. Ena Rivers por su asesoría y apoyo durante la realización de este trabajo.

A Carlos Orozco Cisneros, por ser un buen compañero de trabajo y que juntos logramos hacer este trabajo posible.

Al Programa de Apoyo a la Investigación de UNA y SIDA-SAREC por el financiamiento de este estudio.

Al CNIAB-INTA por permitirnos establecer el trabajo, y por haber facilitado condiciones para que el estudio se llevara a cabo.

A todos los compañeros que nos apoyaron en el transcurso de este estudio, Eider, Alvaro, Jorge y el grupo de cosecha, gracias a ustedes.

*Bosco Centeno*

## Agradecimientos

Gracias papito Dios por darme vida y ganas de trabajar.

A mi padre Manuel Orozco por la formación y apoyo incondicional.

A mis tías adoradas por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida.

María Natalia Jarquín, gracias por tus consejos y demostrar un cariño verdadero.

Dr. Guillermo Reyes, gracias por ser un excelente profesor, amigo y compañero, gracias por formar líderes y profesionales con espíritu verdadero. “... *no menosprecies el trabajo de los demás*” Memo Reyes.

Bosco Centeno, por trabajar en este estudio científico que servirá de mucha ayuda a futuros profesionales.

*Carlos Orozco Cisneros*

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1 Acciones en estudio, procedencia y especies identificadas.	3
2 Descriptores cuantitativos con su respectiva escala.	5
3 Descriptores cualitativos con su respectiva escala.	6
4 Escala de severidad del <i>Virus del Mosaico del Dasheen</i>	8
5 Promedio de altura (cm), número de hojas, longitud y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos y las categorías estadísticas a 210 dds.	10
6 Promedio de altura (cm), número de hojas, longitud (cm) y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos de las acciones cultivadas y las categorías estadísticas a 210 dds.	11
7 Número promedio, peso (g), largo (cm) y ancho (cm) de cormelos y las categorías estadísticas de las acciones cultivadas al momento de cosecha (240 dds).	11
8 Peso promedio, largo (cm) y ancho (cm) de corno de las acciones cultivadas al momento de cosecha (240 dds).	12
9 Estructuras secundarias subterráneas.	13
10 Severidad del DsMV en las acciones a 180 dds.	18



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Mapa de campo.	4
2 Relación de parentesco de las 18 accesiones generado del análisis de agrupamiento utilizando 18 descriptores cuantitativos y 14 cualitativos.	16
3 Duración del ciclo de vida de las accesiones 4850, 4809*, 4853*, 4881. Diámetro del seudotallo, altura de planta, ancho y longitud de la hoja a los 150, 180 y 210 dds. *accesiones cultivadas.	17

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Agrupación de las accesiones en concordancia a las escalas de los descriptores morfológicos cuantitativos a 210 dds.	28
2	Agrupación de las accesiones cultivadas en concordancia descriptores morfológicos cuantitativos a 210 dds.	29
3	Agrupación de las accesiones silvestres en concordancia descriptores cuantitativos de rendimiento a 210 dds.	30
4	Agrupación de las accesiones cultivadas en concordancia descriptores cuantitativos de rendimiento a 210 dds.	31
5	Agrupación de las accesiones en concordancia a las escalas de los descriptores morfológicos cualitativos a 210 dds.	32
6	Promedio de altura (cm), número, longitud (cm) y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos y las categorías estadísticas después de realizar el ANDEVA a los 90 dds.	34
7	Promedio de altura (cm), número, longitud (cm) y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos y las categorías estadísticas después de realizar el ANDEVA a los 180 dds.	34
9	Catálogo fotográfico	35

## Resumen

Con el propósito de evaluar la variabilidad genética del género *Xanthosoma*, se caracterizaron morfológicamente 18 accesiones del banco de germoplasma colectado en Nicaragua. El ensayo se estableció en el Centro Nacional de Investigaciones Agrobiotecnológicas (CENIAB-INTA) en arreglo de diseño bloques completos al azar, tres bloques y siete plantas por accesión por bloque. Se evaluó la duración del ciclo de vida, la relación de parentesco de las accesiones mediante el análisis de conglomerado (AC) (14 descriptores cualitativos y 17 cuantitativos), la incidencia y severidad del *Dasheen mosaic virus* (DsMV, siglas en inglés) y se elaboró un catálogo fotográfico de las accesiones. El AC conglomeró las accesiones en un solo grupo con dos subgrupos, en uno de ellos las accesiones *X. violaceum* y una accesión *X. sagittifolium* y en el otro subgrupo accesiones silvestres, una *X. violaceum* y una *X. sagittifolium*, cada una sub agrupadas con accesiones silvestres. Las accesiones silvestres fueron precoces o tardías, las cultivadas de ciclo intermedio. 100% de las accesiones estaban infectadas con DsMV según prueba ELISA (180 dds). Los síntomas no fueron visibles en las accesiones silvestres. El catálogo fotográfico evidencia la variabilidad del género *Xanthosoma* en Nicaragua. Con la información colectada se puede iniciar trabajos de mejora genética y producir cultivares resistentes al DsMV y mal seco; además de acortar el ciclo de vida para tener accesiones con mayor adaptabilidad a las cambiantes condiciones agroecológicas.

**Palabras claves:** *Xanthosoma*, caracterización morfológica, análisis de agrupamiento, DsMV, variabilidad genética.

## **Abstract**

In order to evaluate the genetic variability of *Xanthosoma* species, 18 accessions of the germplasm bank collected in Nicaragua were morphologically characterized. The field experiment was established at Centro Nacional de Investigaciones Agrobiotecnológicas (CENIAB-INTA). The experimental set up consisted of a randomized complete block, design with three blocks, and seven plants per accession per block. The life cycle duration was evaluated, the genetic relativeness of the accessions was evaluated through the conglomerate analysis (CA) (14 qualitative and 17 quantitative morphological descriptors). The incidence and severity of *Dasheen mosaic virus* (DsMV) were evaluated, and a photographic catalogue of the accessions was elaborated. The CA conglomerated the accessions in a single group with two sub-groups, in one of them the *X. violaceum* and one *X. sagittifolium* accessions, in the other sub-groups wild accessions, *X. violaceum* and a *X. sagittifolium* accessions, each one sub grouped with wild accessions. The life cycle of wild accessions was either precocious or delayed, in the cultivated accessions was intermediate. All the accessions were infected by DsMV according to test ELISA (180 dap). The symptoms were not visible in the wild accessions. The photographic catalogue demonstrates the variability of *Xanthosoma* species in Nicaragua. With the collected information it could be possible to initiate plant breeding work in order to produce DsMV and mal seco resistant cultivars, or short life cycle cultivars with better adaptability to current changeable agroecological conditions.

Key words: *Xanthosoma*, morphological characterization, cluster analyze, DsMV, genetic variability.

## I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *X. violaceum*), familia *Aráceae* (Onwueme y Charles, 1994), es originario de América tropical y subtropical. La etimología del género *Xanthosoma* proviene del griego, *xanthos* = amarillo y *soma* = cuerpo, debido al color amarillo en la masa de algunas especies (Mayo, Bogner y Boyce, 1997). Es una de las primeras seis raíces y tubérculos más importante en el mundo. Según FAO (2004) se ha cultivado principalmente en Puerto Rico, Cuba, República Dominicana, el 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.

Para Reyes y Aguilar (2005) el quequisque es importante económicamente en Nicaragua como cultivo de subsistencia en los departamentos 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 2001 MAGFOR (2003) reportó la siembra de 30,000 ha de quequisque en Río San Juan y los municipios Nueva Guinea y El Rama. Sin embargo en 2004 las áreas de siembra decrecieron a 6450 ha (CEI, 2005). La causa principal fueron infecciones del *Virus del Mosaico del Dasheen* (DsMV, siglas en inglés) y el mal seco causado por el hongo *Pythium myriotylum*. Estas enfermedades se diseminaron a través de semilla contaminada introducida al país desde Costa Rica. Estudios realizados en África por Perneel (2006) y Adiobo (2006) indican que ambas enfermedades son diseminadas a través del material de propagación proveniente de plantaciones afectadas. Actualmente en Nueva Guinea y El Rama el mal seco es el principal problema de la producción quequisquera y es la causa de la disminución de los rendimientos y áreas de siembra (MAGFOR, 2003), la falta de semilla sana o resistente a las enfermedades ha ocasionado que los productores estén trabajando con semilla contaminada.

En Cuba, Puerto Rico y Camerún donde el quequisque tiene importancia económica se han realizado estudios sobre variabilidad genética (Reyes y Aguilar, 2005). En la situación actual del cultivo se corre el riesgo de su desaparición. En Puerto Rico, uno de los principales productores de quequisque a nivel mundial pasó a importar casi la totalidad del quequisque de consumo interno debido al ataque del mal seco (Reyes, 2006).

En Nicaragua la producción de quequisque descansa en pocos genotipos, ninguno de ellos resistente al DsMV y mal seco. Con el objetivo de conocer la variabilidad genética del cultivo

en Nicaragua, García realizó en 2007 una colecta nacional de especies *Xanthosoma* cultivadas y silvestres. Sobre esta variabilidad se hacen necesario iniciar procesos de pre-mejoramiento (caracterización morfológica, molecular y citológica) y multiplicación de las accesiones colectadas con el fin de utilizar esa información en futuros trabajos de mejora genética del quequisque.

### **Objetivo general**

- Caracterizar morfológicamente en condiciones del Centro Nacional de Investigaciones Agrobiotecnológicas (CNIAB-INTA) 18 accesiones del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* colectado en Nicaragua.

### **Objetivos específicos**

- Describir las principales características cuantitativas y cualitativas de las accesiones evaluadas.
- Evaluar el parentesco genético de las accesiones mediante el análisis de agrupamiento utilizando 14 descriptores cualitativos y 17 cuantitativos.
- Evaluar la duración del ciclo de vida de las accesiones en estudio.
- Evaluar la incidencia y severidad del DsMV en las accesiones.
- Mostrar la variabilidad morfológica de las accesiones evaluadas en un catalogo fotográfico.

## II. Materiales y métodos

### 2.1 Descripción de la zona

El experimento se estableció en áreas del CNIAB-INTA, Managua, ubicado en el km 14½ carretera norte, 2 km al sur, coordenadas 12° 08' 36" latitud norte y a los 86° 09' 49" longitud oeste a 56 msnm. Según INETER (2008) la zona presentó 72% de humedad relativa, con temperaturas promedio de 32 °C y precipitación anual entre 1000-1300 mm.

### 2.2 Origen del material vegetal

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

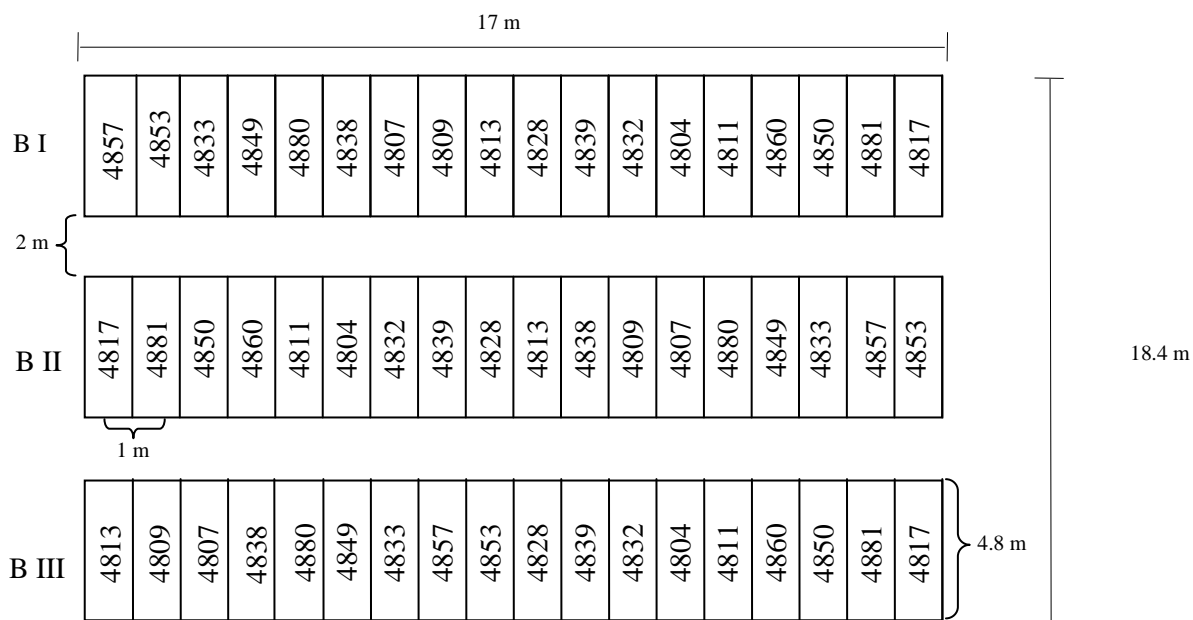
**Cuadro 1.** Accesiones cultivadas y silvestres, procedencia y especie perteneciente.

Accesiones	Procedencia	Departamento	Especie
4853*	Nueva Guinea	RAAS	<i>X. violaceum</i>
4857*	San Pedro de Lóvago	Chontales	<i>X. violaceum</i>
4833*	Ticuantepe	Managua	<i>X. violaceum</i>
4849*	Nueva Guinea	RAAS	<i>X. sagittifolium</i>
4880*	San José de Upala	San Carlos, CR.	<i>X. violaceum</i>
4838*	Masaya	Masaya	<i>X. violaceum</i>
4807*	Chinandega	Chinandega	<i>X. violaceum</i>
4809*	La Escalera	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4813*	El Tuma	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
4828*	San Lucas	Nueva Segovia	<i>X. sagittifolium</i>
4839*	Apalí	Nueva Segovia	<i>X. violaceum</i>
4832	Ticuantepe	Managua	<i>X. spp.</i>
4804	Posoltega	Chinandega	<i>X. spp.</i>
4811	La Escalera	Matagalpa	<i>X. spp.</i>
4860	Quilalí	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
4850	Nueva Guinea	Nueva Guinea	<i>X. spp.</i>
4881	Chinandega	Chinandega	<i>X. spp.</i>
4817	Pancasán	Matagalpa	<i>X. spp.</i>

\*= accesiones cultivadas.

Las accesiones fueron multiplicados mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) siguiendo la metodología descrita por Reyes y Aguilar (2005). Las plantas de ocho semanas de edad, desarrolladas en bolsas de polietileno (10 x 15 cm) con tierra como

substrato se trasladaron al lugar de establecimiento del ensayo. Las accesiones se arreglaron en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con 3 bloques, un surco por accesión, 7 plantas por surco. La distancia de siembra de 0.8 m entre plantas, 1 m entre surcos y 2 m entre bloques (área total de 313 m<sup>2</sup>).



**Figura 1.** Mapa de campo.

## 2.3 Manejo agronómico

En la preparación del terreno se eliminaron los rastrojos y se realizaron dos pases de arado. El surcado se realizó manualmente con azadón y la siembra mediante el trasplante directo al campo. Se controlaron las arvenses con aporques semanales los primeros tres meses, después cada tres semanas hasta el cierre de calle. Se fertilizó con 170 kg ha<sup>-1</sup> de NPK (12-30-10). La primera aplicación al momento de la siembra y la segunda a los 45 días después de la siembra (dds). El riego fue por aspersión durante la ausencia del periodo lluvioso.

## 2.4 Evaluaciones

### 2.4.1 Descriptores cuantitativos y cualitativos

Las evaluaciones se realizaron acorde a la lista de descriptores de *Xanthosoma* (IBPGR, 1989; Milián *et al.*, 1993). Los descriptores cuantitativos se evaluaron a 35, 90 y 180 dds (Cuadro 2). La altura de planta (cm) se midió desde la base del pseudotallo hasta la parte distal del pecíolo de la hoja de mayor tamaño de la planta principal. El diámetro del tallo (cm) se evaluó en el punto de inserción de las vainas de las hojas con el cormo. El ancho y largo de la lámina



foliar se calculó en la hoja de mayor tamaño. Los descriptores de cosecha número, peso de cormelos por planta (peso promedio de un cormelo) y número de hijos, se cuantificaron al momento de la cosecha (240 dds).

**Cuadro 2.** Descriptores cuantitativos con su respectiva escala.

<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>
Altura de la planta (cm) (ALPTA)	1. Muy baja (<30) 2. Baja (30-50) 3. Media (51-100) 4. Alta (101-150) 5. Muy alta (> 150)	Diámetro de cormo (cm) (DIACORMO)	1. Muy estrecho (< 6) 2. Estrecho (6-10) 3. Ancho (> 10)
Diámetro del pseudotallo (cm) (DIAPS)	1. Muy estrecho (1-5) 2. Estrecho (5-10) 3. Ancho (> 10)	Longitud de cormo (cm) (LARCORM)	1. Corto (< 5) 2. Medio (5-10) 3. Largo (10-15) 4. Muy largo (> 15)
Número de hojas (NUHOJ)	1. Bajo (1-3) 2. Medio (3-6) 3. Alto (> 6)	Número de cormelos (NCORMEL)	1. Bajo (< 4) 2. Medio (4-8) 3. Alto (> 8)
Ancho de hojas (cm) (ANHOJ)	1. Muy estrecha (< 15) 2. Estrecha (15-20) 3. Media (20-30) 4. Ancha (30-40) 5. Muy ancha (> 40)	Peso de cormelos/planta (g) (PCORMEL/PTA)	1. Bajo (< 113) 2. Medio (113-283) 3. Alto (283-453) 4. Muy alto (> 453)
Largo de hoja (cm) (LAHOJ)	1. Muy corta (< 15) 2. Corta (15-30) 3. Medio (31-40) 4. Larga (41-50) 5. Muy larga (> 50)	Diámetro de cormelos (cm) (DIACORMEL)	1. Muy estrecho (< 2) 2. Estrecho (2-4) 3. Ancho (> 4)
Número de hijos (NUHIJ)	1. Ninguno (0) 2. Pocos (1-2) 3. Medio (3-5) 4. Alto (6-10) 5. Muy alto (> 10)	Longitud de cormelos (cm) (LARCORMEL)	1. Muy corto (< 6) 2. Corto (6-12) 3. Media (13-20) 4. Largo (20-30) 5. Muy largo (> 30)
Peso cormo (g) (PCORM)	1. Baja (< 425) 2. Media (425-850) 3. Alta (850-1417) 4. Muy alta (> 1417)	Peso promedio estolones (g) (PESTL/PTA)	1. Bajo (< 113) 2. Medio (113-283) 3. Alto (283-453) 4. Muy alto (> 453)
Número de estolones (NESTL)	1. Bajo (<4) 2. Medio (4-8) 3. Alto (>8)	Diámetro de estolones (cm) (DIAESTL)	1. Muy estrecho (< 2) 2. Estrecho (2-4) 3. Ancho (> 4)
Longitud de estolones (cm) (LARESTL)	1. Muy corto (< 6) 2. Corto (6-12) 3. Media (13-20) 4. Largo (20-30) 5. Muy largo (> 30)		

Los descriptores cualitativos forma y color de la hoja, pseudotallo, cormos, cormelos y presencia de flores se evaluaron a los 210 dds utilizando el catálogo de colores Methuen Handbook of Colour propuesto por Milián *et al.* (1993) (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Descriptores cualitativos con su respectiva escala.

Descriptor	Escala		Descriptor	Escala	
Color cormo (CCORMO)	1. Blanco	7. Púrpura	Color de pseudotallo (CPS)	1. Blanco	7. Púrpura
	2. Beige	8. Fucsia		2. Beige	8. Fucsia
	3. Verde bajo	9. Verde		3. Verde bajo	9. Verde
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro		4. Rosado bajo	10. Amarillo oro
	5. Rosado	11. Amarillo		5. Rosado	11. Amarillo
	6. Lila	12. Morado		6. Lila	12. Morado
Color cormelo (CCORMEL)	1. Blanco	7. Púrpura	Forma de la hoja (FHOJ)	1. Sin lóbulo basal	
	2. Beige	8. Fucsia		2. Hastada	
	3. Verde bajo	9. Verde		3. Sagitada	
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro		4. Lobuladas	
	5. Rosado	11. Amarillo			
	6. Lila	12. Morado			
Color pecíolo (CPECIO)	1. Blanco	7. Púrpura	Traslape de los lóbulos (TRAPE)	1. Si	
	2. Beige	8. Fucsia		2. No	
	3. Verde bajo	9. Verde			
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro			
	5. Rosado	11. Amarillo	Presencia de cera (PDC)	1. Si	
	6. Lila	12. Morado		2. No	
Color envés de la nervadura (CNERVENV)	1. Blanco	7. Púrpura	Ángulo de los lóbulos (ANG)	1. < 90	
	2. Beige	8. Fucsia		2. > 90	
	3. Verde bajo	9. Verde		3. = 90	
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro			
	5. Rosado	11. Amarillo	Floración	1. Si	
	6. Lila	12. Morado		2. No	
Color parte basal pecíolo (CPBPECIO)	1. Blanco	7. Púrpura	Forma cormo (FCORMO)	1. Redondo	5. Estolones
	2. Beige	8. Fucsia		2. Cónico	6. Elípticos
	3. Verde bajo	9. Verde		3. Cilíndrico	7. Globosos
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro		4. Aplanado	
	5. Rosado	11. Amarillo			
	6. Lila	12. Morado			
Color hoja por el haz (CHOJH)	1. Blanco	7. Púrpura	Forma cormelos (FCORMEL)	1. Redondo	5. Estolones
	2. Beige	8. Fucsia		2. Cónico	6. Elípticos
	3. Verde bajo	9. Verde		3. Cilíndrico	7. Globosos
	4. Rosado bajo	10. Amarillo oro		4. Aplanado	
	5. Rosado	11. Amarillo			
	6. Lila	12. Morado			

## **2.4.2 Incidencia y severidad del DsMV**

Para evaluar la incidencia del DsMV se utilizó la prueba ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, siglas en inglés) a muestras de hojas de plantas seleccionadas al azar a los 180 dds. Se evaluaron 6 plantas por accesión, 2 plantas al azar en cada uno de los bloques, no importando que las hojas presentasen o no síntomas del virus.

### **2.4.2.1 Protocolo para la realización de la prueba ELISA-DAS (Double Antibody Sandwich)**

Para la realización de la prueba ELISA se siguieron cada uno de los pasos que indica el protocolo AGDIA (PathoScreenKit) que a continuación se describe. Cada muestra de hoja de aproximadamente 100 g fue colocada en un mortero eléctrico, al que se le añadió 2 ml de buffer de extracción para su maceración. El extracto fue depositado en un tubo eppendorf de 1.5 ml e inmediatamente ubicado en hielo.

Cada muestra fue codificada y centrifugada por un minuto a 14 mil rpm, para separar los restos del tejido del extracto buffer-planta. 1 ml del supernadante fue colocado luego en uno de los pocillos de la placa de poliestireno que contenía la primera capa de anticuerpo. El control positivo suministrado por el kit y un testigo (planta con síntoma del DsMV) fueron incluidos en la placa.

La placa de poliestireno se incubó en cámara húmeda durante 2 horas a temperatura ambiente o durante toda la noche en el refrigerador (4 °C). Quince minutos antes de completar el período de incubación se preparó el conjugado de enzima (segundo anticuerpo).

Una vez terminada la primera incubación, los pocillos de la placa fueron lavados con buffer de lavado PBST (detergente no iónico). Los lavados se repitieron de 4 a 8 veces. Después de lavar la placa se agregó el conjugado de enzima distribuyendo 1 ml por cada pocillo de la placa. Luego se incubó la placa en una cámara húmeda durante 2 horas a temperatura ambiente. Aproximadamente 15 minutos antes de finalizar el paso de la incubación anterior se preparó la solución reveladora PNP (fosfatasa), que es una enzima que reacciona con el sustrato buffer para dar la coloración que indica la presencia del virus. Terminada el periodo de incubación la placa fue lavada de 4 a 8 veces con PBST. 1 ml de la solución PNP se distribuyó luego a cada pocillo de la placa y se incubó durante 30 a 60 minutos en cámara

húmeda. Se evaluaron los resultados de acuerdo a la tinción, el color amarillo indicaba resultados positivos y negativo cuando no hubo coloración.

La severidad del DsMV se evaluó a los 180 dds utilizando la escala de severidad desarrollada para estos efectos la cual considera los síntomas, el número de hojas y porte de la planta (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Escala de severidad del DsMV

Escala	Síntoma	Nº de hojas Afectadas	Porte de la planta
1	Sin daño	0	Normal
2	Amarillamiento leve	1	Normal
3	Amarillamiento leve	2 o más	Normal
4	Moteado	1	Normal
5	Moteado	2 o más	Normal
6	Enrollamiento	1	Normal
7	Enrollamiento	2 o más	Normal
8	Moteado + Enrollamiento + Amarillamiento	2 o más	Enano

## 2.5 Parentesco entre las accesiones

El análisis estadístico realizado a las características morfológicas permite estudiar la variabilidad genética de las accesiones evaluadas. La relación genética entre las accesiones colectadas se analizó utilizando técnicas estadísticas multivariadas de análisis de agrupamiento (AA) y el análisis de los componentes principales (ACP) utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurión Minitab versión 15 y SAS versión 9.1 (2004).

## 2.6 Análisis estadístico

A los datos de variables morfológicas cuantitativas se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) en aquellos casos donde el ANDEVA encontrase diferencias significativas entre las accesiones. Descripción del modelo aditivo lineal (MAL).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij} \text{ Donde:}$$

$i = 1, 2, 3, \dots$  accesiones

$j = 1, 2, 3, \dots$  repeticiones

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

$\mu$  = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

$\alpha_i$ = Efecto de la  $i$ -ésima accesión a estimar a partir de los datos del experimento.

$\beta_j$ = Efecto debido al  $j$ -ésimo bloque

$e_{ij}$ = Efecto aleatorio de variación

## **2.7 Catálogo fotográfico**

En anexos se presenta el catálogo fotográfico de las accesiones, en el se exhiben gráficamente los descriptores cualitativos más importantes de forma, color de la hoja, tallo y estructuras subterráneas encontrada entre y dentro de las accesiones.

### III. Resultados y discusión

#### 3.1 Descriptores cuantitativos y cualitativos

El ANDEVA realizado ( $\alpha = 0.05$ ) demuestra que a los 210 dds las accesiones cultivadas 4880, 4853 y la accesión silvestre 4850 registraron valores estadísticamente superiores en 5 de los 6 descriptores cuantitativos (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** ANDEVA y categorías estadísticas resultantes a los datos de altura de planta (cm), número de hojas, longitud y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm) y número de hijos de las accesiones evaluadas 210 dds.

Código	ALPTA	NUHOJ	LHONG	ANHOJ	DIATA	NUHIJ
4833*	88.47 b	6.46 a	37.00 ab	42.50 ab	8.00 ab	0.26 bc
4857*	104.00 ab	4.00 d	41.00 a	49.00 a	7.40 b	1.40 ab
4849*	76.27 bc	4.86 cd	33.73 b	37.46 bc	6.60 bc	1.20 ab
4880*	97.87 ab	6.60 a	41.66 a	47.60 a	9.06 ab	0.73 bc
4838*	96.60 ab	6.33 b	40.53 ab	46.87 a	9.60 a	0.00 c
4807*	70.11 c	5.66 abc	25.70 c	30.33 c	5.24 c	0.00 c
4809*	86.40 b	6.13 ab	38.13 ab	40.93 ab	7.86 ab	0.53 bc
4813*	79.75 bc	6.03 ab	32.28 bc	37.86 bc	6.81 bc	0.00 c
4828*	93.47 ab	4.93 cd	41.93 a	44.93 ab	9.00 ab	1.80 a
4839*	80.47 bc	6.06 ab	35.66 ab	38.67 bc	7.73 ab	0.80 bc
4853*	90.73 ab	6.26 ab	39.33 ab	43.93 ab	9.06 ab	0.73 bc
4832	114.53 b	5.13 bcd	53.00 b	52.80 b	11.70 bc	2.93 a
4804	96.68 cd	4.03 de	42.00 cd	45.15 bcde	9.33 bc	1.07 bcd
4811	95.89 cd	3.63 e	47.69 c	52.02 b	9.38 bc	0.00 d
4860	116.47 ab	5.66 ab	57.20 b	47.33 bcd	19.00 a	0.06 d
4817	93.13 cd	5.13 bc	46.33 c	48.86 bc	10.13 bc	0.66 cd
4850	122.33 a	5.26 bc	68.40 a	64.93 a	12.80 ab	2.53 ab
4881	82.07 d	5.66 ab	32.73 de	35.26 fg	7.63 bc	0.20 d

\*= accesiones cultivadas. Medias en columnas con las mismas letras son estadísticamente similares entre sí según prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

Las accesiones 4860 y 4832 mostraron significación estadística en 4 de los 6 descriptores. La accesión silvestre 4850 registró mayor cantidad de valores estadísticamente significativos en comparación a las otras accesiones silvestres. Entre las accesiones cultivadas 4853, 4880 y 4828 resultaron estadísticamente superiores en 5 de los 6 descriptores evaluados (Cuadro 6). Las accesiones 4857, 4833, 4838 y 4809 resultaron estadísticamente superiores en 4 de los 6 descriptores.

En el ANDEVA de los componentes de rendimientos las accesiones cultivadas 4828 y 4853 resultaron significativamente superiores en 3 descriptores de cormelos (Cuadro 7). Las accesiones 4857, 4809, 4807 y 4813 presentaron mayor peso de cormelo por planta.

**Cuadro 6.** ANDEVA y categorías estadísticas resultantes a los datos de altura de planta (cm), número de hojas, longitud y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm) y número de hijos de las accesiones cultivadas 210 dds.

<b>Código</b>	<b>ALPTA</b>	<b>NHOJ</b>	<b>LHONG</b>	<b>ANCHOJ</b>	<b>DIATA</b>	<b>NUHIJ</b>
4833	88.47 b	6.46 a	37.00 ab	42.50 ab	8.00 ab	0.26 bc
4857	104.00 ab	4.00 d	41.00 a	49.00 a	7.40 b	1.40 ab
4849	76.27 bc	4.86 cd	33.73 b	37.46 bc	6.60 bc	1.20 ab
4880	97.87 ab	6.60 a	41.66 a	47.60 a	9.06 ab	0.73 bc
4838	96.60 ab	6.33 b	40.53 ab	46.87 a	9.60 a	0.00 c
4807	70.11 c	5.66 abc	25.70 c	30.33 c	5.24 c	0.00 c
4809	86.40 b	6.13 ab	38.13 ab	40.93 ab	7.86 ab	0.53 bc
4813	79.75 bc	6.03 ab	32.28 bc	37.86 bc	6.81 bc	0.00 c
4828	93.47 ab	4.93 cd	41.93 a	44.93 ab	9.00 ab	1.80 a
4839	80.47 bc	6.06 ab	35.66 ab	38.67 bc	7.73 ab	0.80 bc
4853	90.73 ab	6.26 ab	39.33 ab	43.93 ab	9.06 ab	0.73 bc

\*= accesiones cultivadas. Medias en columnas con las mismas letras son estadísticamente similares entre sí según prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

**Cuadro 7.** ANDEVA y categorías estadísticas resultantes al número promedio de cormelos, peso (g), largo (cm) y ancho (cm) de cormelos de las accesiones cultivadas al momento de cosecha (240 dds).

<b>Código</b>	<b>NCORMEL</b>	<b>PCORMEL</b>	<b>LARCORMEL</b>	<b>ANHCORMEL</b>
4833	7.00 bc	15.45 cde	9.37 ab	3.31 cd
4857	3.66 de	20.98 abc	7.87 c	2.53 e
4849	5.53 cd	9.68 ef	5.69 d	3.97 ab
4880	5.00 d	14.08 de	8.18 bc	3.35 cd
4838	2.26 e	7.09 f	8.18 bc	2.90 d
4807	1.86 e	6.98 f	7.13 cd	2.78 e
4809	6.40 cd	24.73 a	9.47 a	3.11 cd
4813	2.35 e	9.52 ef	8.51 ab	3.45 bc
4828	9.66 a	25.82 a	6.27 d	4.01 a
4839	5.96 cd	17.67 bcd	9.70 a	2.77 d
4853	8.60 ab	22.40 ab	9.00 ab	3.14 cde

\*= accesiones cultivadas. Medias en columnas con las mismas letras son estadísticamente similares entre sí, según prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

En los descriptores de corno la accesión 4838 resultó superior en los tres descriptores evaluados (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** ANDEVA y categorías estadísticas resultantes al peso promedio (g), largo (cm) y ancho (cm) de cormo de las accesiones cultivadas al momento de cosecha (240 dds).

<b>Código</b>	<b>PCORM</b>	<b>LARCOM</b>	<b>ANHCORM</b>
4833	25.70 bcd	11.31 d	8.86 cd
4857	21.00 c	16.60 ab	8.00 cd
4849	21.62 bc	11.93 cd	7.57 cd
4880	32.88 b	12.32 cd	11.21 abc
4838	43.80 a	16.40 a	11.80 a
4807	17.03 d	10.14 d	6.80 e
4813	28.27 bc	14.66 a	11.26 ab
4813	26.90 bc	9.65 d	9.43 bcd
4828	29.13 b	10.74 cd	9.06 bcde
4839	25.87 bcd	12.80 b	8.73 cde
4853	33.13 b	12.58 bc	9.48 abcd

\*= accesiones cultivadas. Medias con las mismas letras son estadísticamente similares entre sí según prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

En Anexo 1 se presentan los descriptores cuantitativos y las agrupaciones de accesiones según escalas. 22% de las accesiones registraron alturas altas (101-150 cm), de ellas únicamente 4857 es cultivada, 78% de las accesiones presentaron altura medias (51-100 cm). 22% de las accesiones, todas silvestres, desarrollaron pseudotallos anchos (diámetros mayores de 10 cm), 78% de las accesiones desarrollaron pseudotallo con diámetros estrechos (5-10 cm). 33% de las accesiones, todas cultivadas, desarrollaron entre 3-6 hojas por planta; 67% registraron más de 6 hojas por plantas. 67% de las accesiones desarrollaron hojas muy anchas (más de 40 cm de ancho), 33% de las accesiones desarrollaron hojas anchas (30-40 cm de ancho). 17% de las accesiones, todas silvestres, desarrollaron hojas muy largas (longitudes mayores de 50 cm). 44% de las accesiones desarrollaron hojas medias (31-40 cm de longitud), 33% de las accesiones desarrollaron hojas largas (41-50 cm de longitud), únicamente 4807 presentó hojas cortas (15-30 cm). 28% de las accesiones produjeron 3-5 hijos. 22% de las accesiones produjeron entre 0 y 1 hijos, 50% de las accesiones produjeron entre 1 y 2 hijos.



En Anexo 2 se presentan los descriptores cuantitativos y las agrupaciones de las accesiones cultivadas en las escalas. 91% de las accesiones registraron portes medios (51-100 cm), 9% registró portes altas (101-150 cm). 100% de las accesiones desarrollaron pseudotallos estrechos (5-10 cm de diámetro). 45% de las accesiones desarrollaron de 3-6 hojas por planta, 55% desarrollaron más de 6 hojas por planta. 45% de las accesiones desarrollaron hojas anchas (30-40 cm de ancho). 55% presentaron hojas muy anchas (más de 55 cm). 9% de las accesiones registraron hojas cortas (15-30 cm de longitud), 55% registraron hojas medios (31-40 cm de longitud) y 36% registraron hojas largas (41-50 cm de longitud). 55% de las accesiones produjeron 1-2 hijos, 27% entre 0-1 hijos y 18% 3-5 hijos por planta.

Los descriptores cuantitativos de rendimiento y las agrupaciones de las accesiones silvestres en las escalas se presentan en Anexo 3. 100% de las accesiones registraron cormos con pesos bajos (menor de 425 g). 100% de las accesiones desarrollaron cormos muy largos (30-50 cm). 71% registraron cormos estrechos (menores de 6 cm de diámetro), 29% de las accesiones presentaron cormos anchos (más de 10 cm de diámetro). Las accesiones silvestres presentan distintas estructuras subterráneas secundarias, cinco de las siete accesiones silvestres poseen cormelos, tres de las accesiones registraron menos de cuatro cormelos por planta, una de las accesiones presentó entre 4-8 cormelos por planta, 4832 (silvestre) presentó más de ocho cormelos por planta. Tres de las accesiones registraron cormelos con pesos menores de 113 g y 2 de las accesiones presentaron cormelos con pesos de 214-284 g. Cuatro de las accesiones registraron cormelos con 6-13 cm de longitud, una accesión presentó cormelos con 13-20 cm de longitud. 4 de las accesiones registraron cormelos con 2-4 cm de diámetro, una de las accesiones registró cormelos con diámetros menos de 2 cm.

Tres accesiones presentaron estolones (4860, 4850 y 4804). 33% de las accesiones desarrollaron menos de 4 estolones, 67% de las desarrollaron más de 8 estolones por planta. Todas las accesiones registraron estolones de 113-283 g de peso. 33.3% de las accesiones desarrollaron estolones con 6-12 cm de largo, 33.3% de las accesiones desarrollaron estolones con 20-30 cm de largo, 33.3% de las accesiones registraron estolones con más de 30 cm de longitud. 100% de las accesiones presentan estolones con menos de 2 cm de diámetro.

Las accesiones silvestres registraron tres tipos de estructuras secundarias subterráneas, 57% de las accesiones produjeron cormelos, 28% produjeron estolones, 15% produjeron cormelos y estolones (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Estructuras secundarias subterráneas.

<b>Estructuras</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
Cormelos	57	4832, 4817, 4881, 4811
Estolones	28	4860, 4850
Cormelos y Estolones	15	4804

En Anexo 4 se presenta los descriptores cuantitativos de rendimiento y las agrupaciones de las accesiones cultivadas en las escalas. 73% de las accesiones produjeron cormos de peso medio (425-850 g), 27% presentaron cormos de peso alto (851-1417 g). 82% de las accesiones registraron cormos largos (10-15 cm), 18% registraron cormos muy largos (más de 15 cm). 73% de las accesiones registraron cormos estrechos (6-10 cm), 27% registraron cormos anchos (mayores de 10 cm). 36% de las accesiones produjeron un bajo número de cormelos (menos de 4 cormelos por planta), 46% de las accesiones produjeron número medio de cormelos (4-8 cormelos por planta), 18% produjeron un número alto de cormelos (más de 8 cormelos por planta). 46% de las accesiones registraron cormelos de peso medio (113-283 g), 36% registraron cormelos de peso alto (283-453 g), 18% registró pesos muy altos de cormelos (mayores de 455 g). 91% de las accesiones presentaron cormelos cortos (6-12 cm de longitud), 9% registró cormelos muy cortos (menos de 6 cm de longitud). 55% de las accesiones registraron cormelos estrechos (2-4 cm de diámetro), 36% registraron cormelos muy estrechos (con menos de 2 cm de diámetro), 9% desarrolló cormelos anchos (con más de 4 cm).

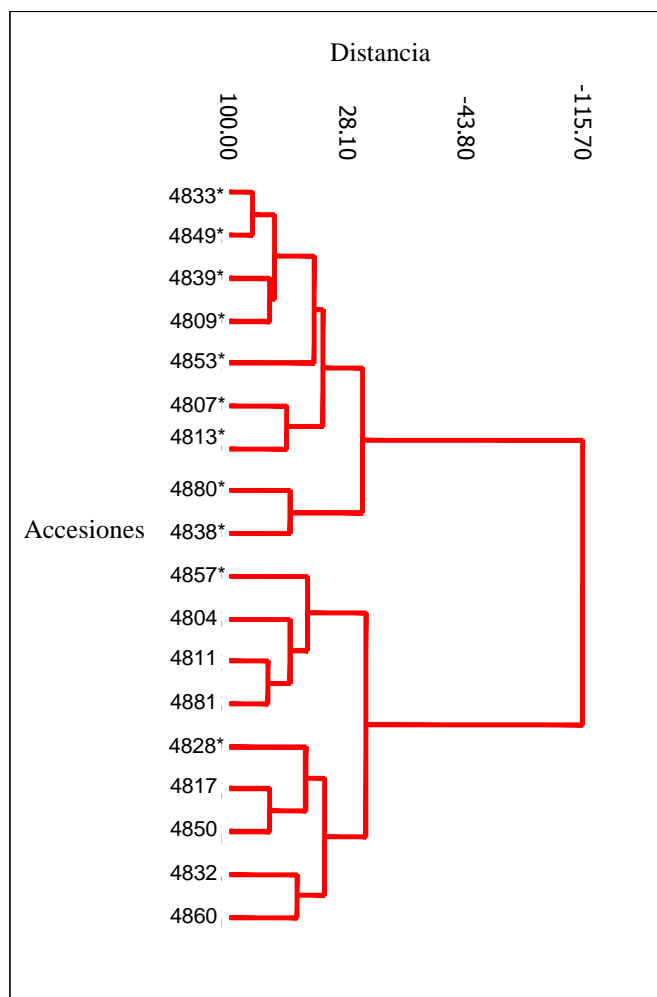
En el Anexo 5 se presentan los descriptores cualitativos y la agrupación de todas las accesiones según las escalas. 22% de las accesiones registraron cormos de color blanco, 17% de las accesiones registraron cormos de color beige, 11 de las accesiones registraron color rosado bajo en sus cormos, 44% de las accesiones registraron cormos con color rosado, 6% de las accesiones registraron cormos de color lila. 39% de las accesiones registraron cormelos de color blanco, 39% de las accesiones registraron cormelos con color rosado bajo, 17% registraron cormelos de color rosado, 5% de las accesiones registraron cormelos de color lila. 78% de las accesiones presentaron pecíolos color verde bajo y 22% de las accesiones

presentaron un color verde. 22% de las accesiones presentaron nervaduras color blanco y 78% de las accesiones presentaron color verde. 28% de las accesiones presentaron color verde en la parte basal del peciolo, 44% de las accesiones presentaron color lila, 28% de las accesiones presentaron color verde. 56% presentaron color verde bajo en el haz de las hojas y 44% presentaron color verde. 28% de las accesiones presentaron pseudotallos de color blanco, 72% presentaron pseudotallos de color verde. 44% de las accesiones registraron hojas hastadas, 56% de las accesiones registraron hojas sagitadas. 25% de las accesiones presentaron traslape en los lóbulos de las hojas y 72 % no presentaron traslape. 72% de las accesiones registraron ángulo menor de 90 grados, 17% de las accesiones registraron ángulo mayor de 90 grados, 11% presentaron ángulo igual a 90 grados. 39% de las accesiones registraron presencia de cera y 61% de las accesiones no registraron cera. 22% de las accesiones presentaron cormelos cónicos, 11% de las accesiones registraron estolones, 45% de las accesiones registraron cormelos elípticos, y 22% cormelos globosos. 33% de las accesiones registraron cormos redondos, 17% cormos cónicos, 22% cormos cilíndricos, 6% cormos aplanados, 22% cormos presentaron elípticos. Solamente 11% de las accesiones presentaron flores.

### **3.2 Parentesco entre las accesiones**

El análisis de conglomerado agrupó todas las accesiones en un solo conjunto, dividido en dos subgrupos.

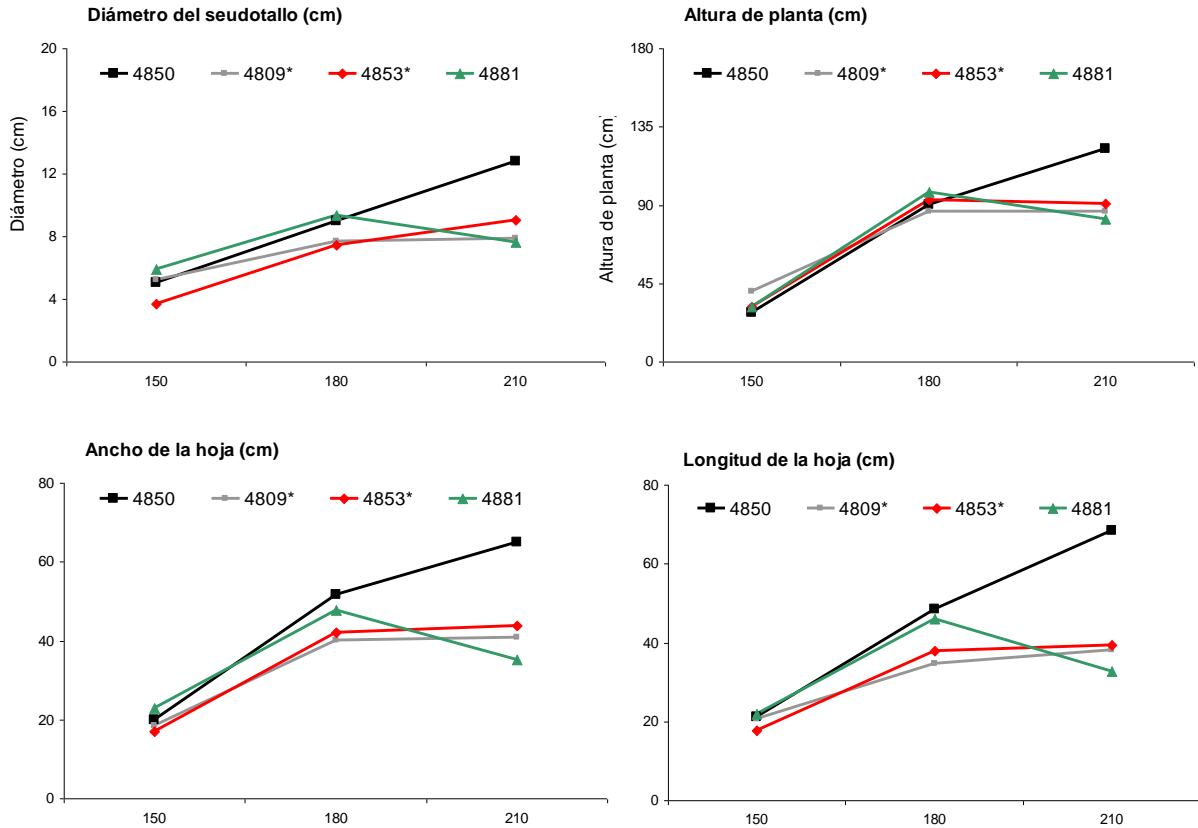
Uno de los subgrupos reúne a las accesiones 4833, 4849, 4839, 4809, 4853, 4807, 4813, 4880 y 4838, todas *X. violaceum*, junto con la accesión 4849 (*X. sagittifolium*). En el otro subgrupo se reúnen todas las accesiones silvestres (*X. spp.*) junto con la accesión 4857 (*X. violaceum*) y la accesión 4828 (*X. sagittifolium*). Dentro de este subgrupo 3 accesiones silvestres tienen más parentesco con la accesión 4857 (*X. violaceum*) y 4 accesiones silvestres tienen mayor parentesco con la accesión 4828 (*X. sagittifolium*) (Figura 2).



**Figura 2.** Relación de parentesco de las dieciocho accesiones generada del análisis de agrupamiento utilizando 18 descriptores cuantitativos y 14 cualitativos.

### 3.3 Duración del ciclo de vida

Las accesiones 4849 (cultivada) y 4832 (silvestres) produjeron flores. La accesión silvestre presentó un crecimiento continuo a pesar de haber completado su ciclo fenológico (Figura 3).



**Figura 3.** Duración del ciclo de vida en accesiones 4850, 4809\*, 4853\*, 4881. Diámetro del pseudotallo, altura de planta, ancho y longitud de la hoja a los 150, 180 y 210 dds. \*accesiones cultivadas.

La accesión 4850 (silvestre) creció continuamente aún después que el resto de accesiones lo dejaron de hacer. Las accesiones 4809 y 4853, ambas cultivadas, presentaron un desarrollo intermedio y la accesión 4881 (silvestre) exhibió desarrollo precoz en comparación con todas las otras accesiones (Figura 3). Las accesiones 4849 (cultivada) y 4832 (silvestres) produjeron flores. La accesión silvestre presentó un crecimiento continuo a pesar de haber completado su ciclo fenológico. La accesión 4850 (silvestre) creció continuamente aún después que el resto de accesiones lo dejaron de hacer. Las accesiones 4809 y 4853, ambas cultivadas, presentaron un desarrollo intermedio y la accesión 4881 (silvestre) exhibió desarrollo precoz en comparación con todas las otras accesiones (Figura 3). 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.

### 3.4 Incidencia y severidad del DsMV

La prueba de ELISA realizada 180 dds registró que 100% de las accesiones estaban infectadas con el DsMV. La severidad del DsMV en accesiones silvestres y cultivadas se presenta en el Cuadro 9. 71-100% de las plantas de las accesiones no presentaron síntomas de afectación. Las accesiones 4838, 4849, 4809 y 4828 presentaron 71-81% de plantas sin daño. Las accesiones 4807, 4833, 4857, 4880, 4813, 4839 y 4853 registraron 81-95% de plantas sin afectación. Todas las accesiones silvestres no presentaron síntomas. Las accesiones 4849, 4809 y 4813 registraron 5-10% de plantas afectadas con el mayor nivel de daño (moteado + enrollamiento + amarillamiento).

**Cuadro 10.** Severidad del DsMV en las accesiones a 180 dds.

Accesiones	Plantas totales	Síntomas															
		1	%	2	%	3	%	4	%	5	%	6	%	7	%	8	%
4833*	21	18	86			2	10					1	5				
4857*	21	20	95	1	5												
4849*	21	17	81							1	5			1	5	2	10
4880*	21	20	95					1	5								
4838*	21	15	71	1	5	1	5	2	10	2	10						
4807*	21	18	86	2	10							1	5				
4809*	21	17	81	1	5	2	10									1	5
4813*	21	20	95													1	5
4828*	21	17	81	2	10	1	5						1	5			
4839*	21	20	95	1	5												
4853*	21	19	90	2	10												
4832	21	21	100														
4804	21	21	100														
4811	21	21	100														
4860	21	21	100														
4817	21	21	100														
4850	21	21	100														
4881	21	21	100														

\* accesiones cultivadas.

### 3.5. Catalogo fotográfico

Se fotografiaron los descriptores cualitativos más importantes en los diferentes estadios de desarrollo de la planta con el propósito de brindar un soporte gráfico.

El quequisque es originario de América Tropical. Existe en Nicaragua una diversidad genética importante sobre la cual es necesario iniciar trabajos de mejora puesto que este cultivo tiene una creciente importancia económica.

García (2007) colectó el banco de germoplasma actualmente existente en Nicaragua, con el fin estudiar la diversidad genética desde el punto de vista morfológico, citológico y molecular. El trabajo de premejora sobre diversidad genética debe dirigirse a desarrollar plantas que sean tolerantes al DsMV y mal seco, enfermedades que causan gran daño económico en todo el mundo.

La posición taxonómica de la especie *Xanthosoma* es incierta, según Giacometti y León, (1994) la tendencia ha sido dar el nombre de *X. violaceum* a todas las *Xanthosoma* cultivadas. Según Bown (2000) en el género *Xanthosoma* hay dos especies principales, *X. violaceum* y *X. sagittifolium*. Esta división entre especies está basada en el color de cormo, cormelos, hojas y forma de los cormelos.

En el presente estudio se caracterizaron morfológicamente 18 accesiones *Xanthosoma* del banco de germoplasma de Nicaragua (9 *X. violaceum*, 2 *X. sagittifolium*, 7 sin identificar). Los descriptores morfológicos cuantitativos y cualitativos permitieron diferenciar las accesiones considerando que los descriptores cuantitativos (altura, número, longitud y ancho de hoja, diámetro de pseudotallo, número de hijos y rendimiento etc.) pueden ser influenciados por el medio ambiente, en cambio los descriptores cualitativos son poco o nada influenciados por el ambiente.

Las accesiones cultivadas fueron superiores en el rendimiento de estructuras subterráneas, aunque algunas accesiones silvestres en área foliar, altura de planta y diámetro del pseudotallo fueron superiores. Las accesiones silvestres produjeron mayor biomasa que las accesiones cultivadas, sin embargo la partición es mayor en estas últimas. El bajo peso de los cormelos y/o estolones en las accesiones silvestres se debe posiblemente a que éstas dirigen los asimilatos provenientes de la fotosíntesis a las estructuras superficiales y a la producción de hijos y no a la formación de estructuras subterráneas. La accesión silvestre 4881 registró una cantidad de cormelos muy parecidas a las cultivadas por lo que podría tener potencial para la mejora genética. Las accesiones silvestres 4832 4817, 4881 y 4811 presentaron estructuras subterráneas similares a las cultivadas (cormelos). Las accesiones 4860 y 4850 (*X. spp.*) registraron estolones y la accesión 4804 registró ambas estructuras subterráneas, lo que indica que esta última puede aportar genes para trabajos de mejoras genética.

La accesión 4838 (*X. violaceum*), colectada en Masaya, produjo los mejores valores en peso, largo y ancho de cormos, no obstante registró los rendimientos más bajos. Reyes *et al.* (2005) señala que el cultivar tradicional de Masaya requiere al menos 9 meses para alcanzar la madurez fisiológica. En el estudio se cosechó a los 240 dds (8 meses), momento posiblemente óptimo para algunas accesiones, incluyendo las *X. sagittifolium*, pero no para la accesión 4838 (*X. violaceum*). Se registraron accesiones precoces, intermedias y tardías. Las accesiones silvestres fueron precoces o tardías, y las cultivadas intermedias. La cosecha se realizó 240 dds (8 meses) por lo que no se completó el ciclo biológico del cultivo, esto contribuyó a evaluar esta variable.

El quequisque es una especie perenne, pero debido a propósitos prácticos su cosecha se realiza entre los 9-12 meses de crecimiento. El ciclo de crecimiento y desarrollo puede ser dividido en tres periodos principales. Durante los principales dos meses el crecimiento es lento. Este período 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 plata empieza a secarse y el peso total seco de la planta decrece hasta la cosecha. Este es el momento de mayor movimiento de fotoasimilatos desde el crecimiento desde las hojas hacia de los cormos y cormelos (Wilson, 1984; López, Vásquez y López, 1995).

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 presenten síntomas del virus no están exenta de errores. La prueba ELISA brindó datos exactos y fiables de la incidencia del virus en las accesiones. A los 180 dds hubo uniformidad de los síntomas en las plantas infectadas y fue posible realizar el cálculo de la severidad sobre las plantas de las accesiones evaluadas. A pesar que 100% de las accesiones estaban infectadas con el DsMV, las plantas de las accesiones silvestres no presentaron síntomas visibles, lo cual podría indicar algún grado de tolerancia, asunto a dilucidar en estudios posteriores.

Los estudios de premejora en *Xanthosoma* están dirigidos a la búsqueda de variantes genéticas tolerantes a daños causados por plagas y enfermedades como el DsMV y el mal seco y a factores abióticos como reducción del período lluvioso (Reyes, 2006). En diferentes regiones



de Nicaragua con potencial para el cultivo se ha dejado de producir quequisque por estos problemas. 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 período lluvioso, debido a los cambios climáticos, ha obligado a los productores abandonar el cultivo. Con los resultados expuestos se deduce la importancia de preservar la diversidad genética del género *Xanthosoma* de Nicaragua, y la posibilidad de enfrentar las amenazas de hoy en día en contra de la producción y supervivencia de esta importante especie.

#### **IV Conclusiones**

- Se registró una importante variabilidad fenotípica entre las accesiones, lo que indica que en Nicaragua hay fuente genética disponible para trabajos de mejora genética.
- El análisis de conglomerado agrupó todas las accesiones en un solo conjunto, dividido en dos subgrupos. Un subgrupo reúne ocho accesiones *X. violaceum* y una *X. sagittifolium*. El otro subgrupo conglomeró todas las accesiones silvestres junto a una *X. violaceum* y una accesión *X. sagittifolium*.
- Las accesiones cultivadas fueron superiores en rendimiento a pesar de no registrar los mayores valores altura de planta, número de hojas e hijos, diámetro del pseudotallo, longitud y ancho de la hoja. Las diferencias en partición explican este fenómeno.
- Hubo diferencias en la duración del ciclo de vida de las accesiones. Las accesiones cultivadas son de ciclo intermedio. Las accesiones *X. sagittifolium* son de crecimiento rápido, vigoroso y de ciclo más corto en relación a las accesiones *X. violaceum*.
- Todas las accesiones estaban infectadas con el DsMV. Las accesiones silvestres no mostraron síntomas del DsMV a pesar de estar infectadas. Las accesiones cultivadas mostraron síntomas de afectaciones severas.

## **V Recomendaciones**

- Realizar trabajos de mejora genética en las accesiones cultivadas con miras a producir cultivares resistente al DsMV y al mal seco.
- Caracterizar a nivel citológico y molecular el banco de germoplasma del género *Xanthosoma* colectado en el país.

## VI Bibliografía

- Adiobo, A. 2006. Biological control on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schoot) root rot disease caused by *Pythium myriotylum* Dreschl. Importance of soil organic matter content and cultural practices. ISBN13: 97-8905-98915-00.
- Bown, D. 2000. Plants of the Arum Family. 2<sup>nd</sup> Edition. Timber Press. Portland, Oregon, USA. Pg. 392.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm>.
- García, M. 2007. Colecta y establecimiento de banco de germoplasma en colección viva e *in vitro* del género *Xanthosoma* en Nicaragua. Tesis de Ing. Agrónoma. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 58 p.
- CEI (Centro de Exportaciones e investigaciones de Nicaragua). 2005. Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: exportaciones Enero-diciembre 2004.
- Giacometti, D.C. y León. 1994. Tannia. Yautia. (*Xanthosoma sagittifolium*). In Neglected Crops: 1492 from a different perspective. Plant Production and Protection Series No. 26. FAO, Rome, Italy. (Eds. J.E Hernaldo & León), Rome, Italy.
- Gómez, L. 1993. El Mal Seco del tiquizque. In: Taller aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejíbaye. Universidad de Costa Rica. Centro Internacional de Investigaciones Para el Desarrollo. San José, CR. (Resúmenes). 23 p.
- INETER. 2008. Instituto de Estudios Territoriales. Resumen meteorológico anual. Dirección General de Meteorología año 2008
- IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1989. Descriptors for *Xanthosoma*., Rome ISBN 92-9043-132-6. 30 p.
- López, M., Vásquez, E. y López, F. 1995. Raíces y tubérculos. Pueblos y Educación, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- MAGFOR (Ministerios de Agricultura y Forestal) 2003-2004. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- Mayo, S.J. Bogner J. y Boyce PC. 1997. The genera of aráceas of Araceae. London, Royal Botanic Garden. Kew

- Mena, A. 2003. Caracterización morfológica y molecular de las entradas de rascaderas (*Xanthosoma sagittifolium*), del banco de germoplasma de la Universidad Tecnológica del Chocó (Colombia). Tesis de Ing. Agrónoma. Chocó, Colombia. Universidad Politécnica de Valencia. 39p.
- Milián, J. 1993. Observaciones sobre la lista de descriptores para la caracterización de los recursos genéticos en *Xanthosoma* spp. Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT). Santo Domingo. Villa Clara, Cuba.
- Plucknett, D; Nigel, N. y Williams, J. 1992. Los bancos genéticos y la alimentación mundial. Traducido por CIAT. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación Para la Agricultura (IICA); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 260 p.
- Perneel, M. 2006. The root rot pathogen *Pythium myriutylum* on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schoot): intraespecific variability and biological control. ISBN 97-8905-98914-94.
- Rodríguez, M. 1996. Caracterización y evaluación del germoplasma de *Colocasia esculenta* en Cuba. Tesis en opción del título de Ing Agrónoma. Villa Clara, Cuba. Universidad Central de las Villas Clara. 110p.
- Reyes, G., Rönnberg-Wästljun, y A.C. Nyman, M. 2006. Comparison of field performance between Dasheen mosaic virus-free and virus-infected in vitro plants of cocoyam (*Xanthosoma* spp) in Nicaragua. *Experimental Agriculture* 42 (3) In press.
- Reyes, G. 2006. Studies on Cocoyam (*Xanthosoma* spp.) en Nicaragua with emphasis on Dasheen mosaic virus. Tesis Doctoral. 32p.
- Reyes, G. y Aguilar. M. 2005. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.) Guía Técnica No. 8 20p.
- Rodríguez, M; Rodríguez, A; y Fundora, M. 1999. Descriptores mínimos para formar colecciones núcleo y caracterizar el germoplasma de malanga isleña, *Colocasia esculenta*, en Cuba. En: Convención Trópico-99. Ed. Científico-técnica.
- Torres, S; Gómez, L; y Saborío, F. 1999. Comportamiento en el campo de siete genotipos de tiquisque (*Xanthosoma* spp.), propagados In Vitro. Laboratorio de biotecnología de planta, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, CR.

- Wilson, J.E. 1984. Cocoyam. In: *The Physiology of Tropical Field Crop*. (Eds. P.R Goldsworthy. & N.M. Fisher). John Wiley and Sons Ltd. New York, London.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Agrupación de las accesiones en concordancia a las escalas de los descriptores morfológicos cuantitativos a los 210 dds.

<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
ALPTA	3	78	4833*, 4880*, 4804, 4811, 4807*, 4807*, 4817, 4809*, 4813*, 4881, 4828*, 4839*, 4853*, 4849*
	4	22	4832, 4857*, 4860, 4850
DIATA	2	78	4833*, 4857*, 4880*, 4804, 4811, 4807*, 4807*, 4809*, 4813*, 4881, 4828*, 4839*, 4853*, 4849*
	3	22	4832, 4860, 4817, 4850
NUMHOJ	2	67	4832, 4833*, 4857*, 4804, 4811, 4860, 4807*, 4817, 4850, 4881, 4828*, 4849*
	3	33	4880*, 4807*, 4809*, 4813*, 4839*, 4853*
ANHOJ	4	33	4833*, 4807*, 4813*, 4881, 4839*, 4849*
	5	67	4832, 4857*, 4880*, 4804, 4811, 4809*, 4860, 4807*, 4817, 4850, 4828*, 4853*
LONHOJ	2	6	4807*
	3	44	4833*, 4807*, 4809*, 4813*, 4881, 4839*, 4853*, 4849*
	4	33	4857*, 4880*, 4804, 4811, 4817, 4828*
	5	17	4832, 4860, 4850
NUHIJ	1	22	4811, 4807*, 4838*, 4813*
	2	50	4833*, 4880*, 4860, 4817, 4809*, 4881, 4839*, 4853*, 4849*
	3	28	4832, 4857*, 4804, 4850, 4828*

\* = accesiones cultivadas.



**Anexo 2.** Agrupación de las accesiones cultivadas en concordancia descriptores morfológicos cuantitativos a los 210 dds.

<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
ALPTA	3	91	4833, 4880, 4807, 4807, 4809, 4813, 4828, 4839, 4853, 4849
	4	9	4857
DIATA	2	100	4833, 4857, 4880, 4807, 4807, 4809, 4813, 4828, 4839, 4853, 4849
NUMHOJ	2	45	4833, 4857, 4807, 4828, 4849
	3	55	4880, 4807, 4809, 4813, 4839, 4853
ANHOJ	4	45	4833, 4807, 4813, 4839, 4849
	5	55	4857, 4880, 4809, 4807, 4828, 4853
LONHOJ	2	9	4807
	3	55	4833, 4809, 4813, 4839, 4853, 4849
	4	36	4857, 4880, 4828, 4807
NUHIJ	1	27	4807, 4807, 4813
	2	55	4833, 4880, 4809, 4839, 4853, 4849
	3	18	4857, 4828

**Anexo 3.** Agrupación de las accesiones silvestres en concordancia de los descriptores cuantitativos de rendimiento a los 240 dds.

<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
PECORMO	1	100	4832, 4804, 4811, 4817, 4881, 4860, 4850
LONCORMO	3	100	4832, 4804, 4811, 4817, 4881, 4860, 4850
DCORMO	1	71	4832, 4881, 4804, 4860, 4811
	3	29	4817, 4850
NUCORME (5=100)	1	60	4804, 4817, 4811
	2	20	4881
	3	20	4832
PCORME (5=100)	1	60	4881, 4817, 4811
	2	40	4832, 4804
LONCORME (5=100)	2	80	4881, 4804, 4817, 4811
	3	20	4832
DCORME (5=100)	1	20	4832
	2	80	4881, 4804, 4817, 4811
NUESTO 3=100	1	33	4850
	3	67	4804, 4860
PESTO 3=100	2	100	4804, 4860, 4850
LONESTO 3=100	2	33.33	4804
	4	33.33	4850
	5	33.33	4860
DESTO 3=100	1	100	4804, 4860, 4850

(5=100) El número 5 representa el 100% de las plantas que produjeron cormelos  
(3=100) El número 3 representa el 100% de las plantas que produjeron estolones

**Anexo 4.** Agrupación de las accesiones cultivadas en concordancia descriptores cuantitativos de rendimiento a los 210 dds.

<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>Accesiones</b>
PECORMO	2	4833, 4857, 4807, 4809, 4813, 4828, 4839, 4849
	3	4880, 4838, 4853
LONCORMO	3	4833, 4880, 4807, 4809, 4813, 4828, 4839, 4853, 4849
	4	4857, 4838
DCORMO	2	4833, 4857, 4807, 4813, 4828, 4839, 4853, 4849
	3	4880, 4838, 4809
NUCORME	1	4857, 4838, 4807, 4813
	2	4833, 4880, 4809, 4839, 4849
	3	4828, 4853
PCORME	2	4838, 4807, 4813, 4849
	3	4833, 4880
	4	4857, 4809, 4828, 4839, 4853
LONCORME	1	4849
	2	4857, 4838, 4807, 4839, 4833; 4880, 4809, 4813, 4853, 4828
DCORME	1	4857, 4838, 4807, 4839
	2	4833, 4880, 4809, 4813, 4853, 4849
	3	4828

**Anexo 5.** Agrupación de las accesiones en concordancia a las escalas de los descriptores morfológicos cualitativos a los 210 dds.

<b>Descriptores Cualitativos</b>	<b>Escala</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
Color Cormo	1	22	4817,4850, 4828,4849*
	2	17	4857*, 4811, 4832
	4	11	4860, 4838*
	5	44	4833*, 4809*, 4853*, 4881, 4813*, 4807*, 4880*, 4804
	6	6	4839*
Color Carmelo	1	39	4857*, 4817, 4828*, 4811,4850, 4804, 4832
	4	39	4849*, 4809*, 4853*, 4881, 4860, 4838*,4807*
	5	17	4880*, 4833*, 4813*
	6	5	4839*
Color Pecíolo	3	78	4833*, 4849*, 4809*, 4828*, 4881, 4811, 4850, 4832, 4839*, 4807*, 4838*, 4817, 4880*, 4857*
	7	22	4853*, 4804, 4860, 4813.
Nervaduras envés	1	22	4853*, 4811, 4804, 4813*
	3	78	4833*, 4849*, 4809*, 4881, 4850, 4860, 4832, 4839*, 4807*, 4857*, 4817, 4828*, 4838*, 4880*
Color de la parte basal del Pecíolo	3	28	4832, 4828*, 4850, 4804, 4917
	6	44	4833*, 4809*, 4853*, 4881, 4839*, 4807*, 4838*, 4857*
	9	28	4849*, 4811, 4860, 4880*, 4813
Color de la hoja por el haz	3	56	4828, 4811, 4850, 4804, 4832, 4839*, 4807*, 4813, 4857*, 4880*
	9	44	4833, 4849*, 4809*, 4853*, 4817, 4881, 4860, 4838*
Color del pseudotallo	3	28	4860, 4832, 4817, 4828*, 4807*
	9	72	4833*, 4849*, 4809*, 4853*, 4881, 4811, 4850, 4804, 4839*, 4813, 4838*, 4880*, 4857*
Forma de la hoja	2	44	4833*, 4850, 4804, 4832, 4839*, 4807*, 4813, 4817
	3	56	4849*, 4809*, 4853*, 4828*, 4881, 4811, 4860, 4838*, 4857*, 4880*

Traslape	1	28	4817, 4828*, 4881, 4850, 4860
	2	72	4833*, 4849*, 4809*, 4853*, 4811, 4804, 4832, 4839*, 4807*, 4813, 4838*, 4957*, 4880*
Ángulo	1	72	4809*, 4817, 4828, 4881, 4811, 4850, 4804, 4860, 4832*, 4807*, 4813, 4838*, 4880*
	2	17	4833*, 4839*, 4857*
	3	11	4849*, 4853*
Presencia de cera	1	39	4817, 4850, 4828*, 4849*, 4857*, 4811, 4832
	2	61	4860, 4838*, 4833*, 4809*, 4853*, 4881, 4813, 4807*, 4880*, 4804, 4839*
Forma de corno	1	33	4880*, 4833*, 4853*, 4881, 4807*, 4813
	2	17	4857*, 4811, 4832
	3	22	4849*, 4817, 4828*, 4804
	4	6	4850
	7	22	4809*, 4860, 4839*, 4838*
Forma de cormelos	2	22	4849*, 4853*, 4832, 4807*
	5	11	4850, 4860
	6	45	4880*, 4833*, 4809*, 4881, 4811, 4804, 4839*, 4838*
	7	22	4857*, 4817, 4828*, 4813
Floración	1	11	4832, 4849*
	2	89	4853*, 4807*, 4850, 4860, 4880*, 4833*, 4809*, 4881, 4811, 4804, 4839*, 4838*, 4857*, 4817, 4828*, 4813

**Anexo 6.** Promedio de altura (cm), número, longitud (cm) y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos y las categorías estadísticas después de realizar el ANDEVA a los 90 dds.

Código	ALPTA		NHOJ		LHONG		ANCHOJ		DIATA		NUHIJ	
4833*	27.11	b	3.87	ab	16.39	abcd	14.11	bc	3.69	bcd	0.00	a
4857*	32.38	abc	4.00	ab	17.88	abcd	15.83	abc	3.86	bcd	0.00	a
4849*	26.67	c	3.53	b	15.17	cd	13.03	bc	3.39	cd	0.00	a
4880*	32.73	abc	4.67	a	17.40	abcd	21.30	ab	4.35	abc	0.66	a
4838*	28.80	bc	3.53	b	15.50	bcd	15.23	abc	4.11	abcd	0.66	a
4807*	29.60	abc	4.13	ab	16.00	bcd	19.75	ab	3.73	bcd	0.00	a
4809*	40.67	a	3.93	ab	20.67	ab	18.50	abc	5.23	ab	0.00	a
4813*	24.60	c	3.50	b	14.53	d	10.90	c	2.58	d	0.00	a
4828*	27.39	bc	3.53	b	17.09	abcd	16.17	abc	4.61	abc	0.00	a
4839*	27.93	bc	3.73	ab	15.53	bcd	13.28	bc	3.85	bcd	0.00	a
4853*	31.43	abc	4.47	ab	17.69	abcd	16.94	abc	3.70	bcd	0.00	a
4832	25.93	abc	4.47	ab	19.93	bcd	20.20	ab	5.48	ab	0.00	a
4804	25.93	c	4.20	ab	20.60	bcd	18.37	abc	4.05	bcd	0.00	a
4811	26.36	bc	4.67	ab	20.67	ab	19.83	ab	4.81	ab	0.00	a
4860	30.17	ab	3.47	b	19.87	d	21.20	ab	5.87	a	0.00	a
4817	34.40	abc	4.40	ab	20.47	abcd	20.30	ab	6.02	a	0.00	a
4850	28.17	b	4.23	ab	21.20	ab	19.83	ab	5.06	ab	0.00	a
4881	31.43	abc	4.27	ab	21.80	a	22.80	a	5.88	a	0.00	a

**Anexo 7.** Promedio de altura (cm), número, longitud (cm) y ancho de hoja (cm), diámetro de pseudotallo (cm), número de hijos y las categorías estadísticas después de realizar el ANDEVA a los 180 dds.

Código	ALPTA		NHOJ		LHONG		ANCHOJ		DIATA		NUHIJ	
4833*	92.53	ab	5.80	ab	36.11	cde	41.53	bcdef	7.73	abc	0.13	d
4857*	103.2	a	5.60	ab	37.20	bcde	44.10	abcde	7.30	abcd	1.00	abcd
4849*	81.58	ab	5.30	ab	34.78	de	38.55	def	7.01	abcd	0.47	cd
4880*	90.27	ab	5.80	ab	34.47	de	39.44	def	7.53	abcd	0.4	cd
4838*	93.71	ab	6.04	ab	33.69	de	39.44	def	7.58	abcd	0.33	cd
4807*	72.67	b	5.40	ab	28.57	e	30.63	f	5.07	d	0.13	d
4809*	86.60	ab	6.26	a	34.60	de	40.20	def	7.67	ab	0.93	bc
4813*	82.93	ab	5.20	b	28.17	e	31.73	f	5.53	cd	0.07	d
4828*	88.32	ab	5.30	ab	34.60	bcde	38.55	ef	8.01	abc	0.47	cd
4839*	86.53	ab	5.87	ab	34.13	de	36.40	def	6.01	bcd	0.73	cd
4853*	93.07	ab	6.13	ab	38.00	abcd	42.00	cdef	7.47	abcd	0.26	d
4832	89.07	ab	5.60	ab	46.33	abc	48.40	abcde	9.37	ab	2.00	ab
4804	85.00	ab	6.00	ab	46.73	ab	49.33	abcde	7.87	ab	1.53	abc
4811	81.38	ab	5.84	ab	46.87	ab	55.02	a	8.55	ab	0.73	cd
4860	91.60	ab	5.50	ab	43.40	abcd	55.73	a	8.37	ab	0.00	d
4817	86.20	ab	5.67	ab	42.67	abcd	52.87	abc	9.34	ab	0.67	cd
4850	90.70	ab	5.10	b	48.45	a	51.57	abcd	8.99	ab	2.13	ab
4881	97.67	ab	5.67	ab	46.00	abc	47.73	abcde	9.34	a	2.20	a



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de graduación

Catálogo Fotográfico de 18 accesiones del banco de  
germoplasma del género *Xanthosoma* en condiciones  
del CENIAB-INTA, Managua, 2008











Autores

Br. Bosco Rafael Centeno Guevara  
Br. Carlos Manuel Orozco Cisneros











Asesores











Dr. Guillermo Reyes Castro  
Ing. Agr. Ena Mabel Rivers Carcache  
Lic.MSc.Mercedes Ordóñez  
Lic. MSc. Irma vega Norori













Managua, Nicaragua  
Mayo 2009











Código	Hoja	Pseudotallo	Cormo	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4853				 	
4857				 	



















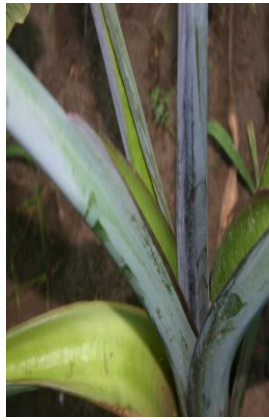



Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4850				 	
4881				 	











Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4811				 	
4817				 	






Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4804				 	
4832				 	

Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4860				 	
4839	 			 	

Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4849				 	
4828				 	

Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4933				 	
4807				 	

Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4838				 	
4809				 	

Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de cormelos y estolones	Flor
4880				 	
4813	