



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Trabajo de Graduación**

**Caracterización morfológica de veinte accesiones del  
banco de germoplasma del género *xanthosoma* en  
condiciones de campo de la UNA 2008.**

**AUTORES**

**Br. Danalys Itzayana Moreno Moreno.**

**Br. Ana Celina Suárez calderón.**

**ASESORES**

**Dr. Guillermo Reyes Castro**

**Ing. Agro. Ena Mabel Rivers Carcache.**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**Agosto, 2009**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>SECCION</b>		<b>Página</b>
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTOS	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	v
	INDICE DE FIGURAS	vi
	ÍNDICE DE ANEXOS	vii
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
	Objetivos	2
<b>II.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>3</b>
2.1.	Material vegetal	4
2.2.	Diseño experimental	5
2.3.	Manejo agronómico	5
2.4.	Evaluaciones	5
2.5.	Evaluación de la incidencia DsMV	8
2.6.	Catálogo fotográfico	8
2.7.	Análisis estadístico	8
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>10</b>
3.1.	Descriptores cuantitativos	10
3.2.	Descriptores cualitativos	16
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>V.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>25</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>26</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>28</b>
<b>VIII.</b>	<b>CATÁLOGO FOTOGRÁFICO</b>	<b>38</b>

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón este logro a mi Padre celestial por su bondad y amor infinito, por darme el maravilloso regalo de la vida y pensar en mí desde la creación. Él pone en armonía el universo para conspirar a mi favor!

A mi madre María Elena Moreno Castillo porque más que todo lo que significa la palabra madre, has sido mi mejor amiga. Siempre con palabras de ánimo y amor haciéndome ver mis errores, te has esforzado para que tenga un futuro brillante y en mis tropiezos estas ahí para darme tu mano y toda tu vida. Valoro cada instante que estas conmigo y todo lo que has hecho por mí. TE AMO MAMI.

A mi tía Chilo, mi segunda mamá que me ha apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi tía Nidia la persona que más admiro pues a pesar de las caídas se levanta y nos anima a todos a hacer lo mismo. Aún a miles de kilómetros de distancia todos sus consejos están presentes en mi vida.

A toda mi familia Moreno Castillo, ustedes son lo mejor que tengo en la vida. Mi tía Rosi, Hugo, mi tía Clarisa, tío Alfonso, a Dara, Miguel, Samuel, Huguito, Aaron, Marcia, Clarisa, a Josué y Tita que son como mis hermanos, mis abuelitos Gina y Balto (Q.E.P.D). Tengo la fe y esperanza de que algún día no muy lejano todos estemos juntos.

MAKTUB...

“Vivir con propósito es la única manera de vivir realmente. Todo lo demás es existir”.

Rick Warren

“Todas las canciones terminan... esa no es razón para no disfrutar de la música mientras dura.”

Danalys Moreno

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios JEHOVA Padre y Amigo que es la luz, chispa que me guía e indica el camino, mi fuente de sabiduría. ¡BENDITO SEAS!.

A mi Mami María Elena por apoyarme tanto económica como moralmente y no decir NO, todo lo contrario siempre empujando hasta el final.

A mi papá Douglas Moreno Zelaya y su aporte en esta lucha por alcanzar este gran logro profesional.

Gracias a mi profe Guille! Por estar ahí cuando lo necesitamos como tutor, como amigo y muchas veces como Padre, sin usted este trabajo no tendría ¡sazón!, no olvidaré este tiempo compartido pues crecí y aprendí no solo en conocimientos científicos sino también mi parte humana. ¡Hasta la victoria siempre!

Ena Rivers gracias por tomar este trabajo como propio, corrigiéndonos y ayudándonos aún con todos tus problemas. Sos genial y te admiro!

De manera especial agradezco al Dr. Aldo Rojas por el tiempo y ayuda muy valiosa proporcionada.

A mi compañera de tesis y amiga Celina; por tu paciencia, sé que mi carácter no es jugando! En más de cinco años vivimos momentos que cambiaron nuestras vidas, sin embargo superamos los fracasos y aquí estamos a un paso de recibir nuestro título.

A María Alejandra, Elena y Carlos, ahora ya cada quien tomó su rumbo en busca de la felicidad pero los recuerdos nunca se irán.

A los profesores que nos apoyaron, Dr. Dennis Salazar, Ing. Álvaro Benavides, Prof. Mercedita, Prof. Oscar Gómez y Prof. Juan Avelares, Lic. Allan Báez y Profesor Emilio Fajardo por no dudar de nuestras capacidades.

Por supuesto a LA INDIADA 2004-2008, fueron parte importante de mi vida.

“Escoge a tus aliados y aprende a luchar acompañado porque nadie vence una guerra solo”. Paulo Coelho.

Danalys Moreno

## **DEDICATORIA**

En primer lugar a Dios mi padre Celestial y amigo incondicional. Que ha guiado mi camino, por darme la fortaleza para vencer cada obstáculo; luz y sabiduría en el caminar de mi vida.

A mi madre querida que con tanto sacrificio, regaños, paciencia y amor me saco adelante y supo guiarme en todo este camino.

Mi hermanita linda Imara por brindarme su gran apoyo, a mi Mamá Miriam por su gran amor y tía Ana por ayudarme y aguantarme tanto.

Es difícil dedicar este trabajo que refleja el esfuerzo y apoyo de muchas personas. No podré escribir el nombre de todas las personas que a lo largo del trayecto de mi vida han sido más que amigos en todo momento y hoy se cumple un reto más, impuesto en el largo caminar de la vida y que se ha logrado con el apoyo de tantos amigos es difícil expresar la alegría y satisfacción y que no se encuentran las palabras que elogien pero que en una palabra sencilla y de mucho significado expreso mi agradecimiento y dedicación. A cada uno de ell@s gracias.

Ana Celina Suárez Calderón

## **AGRADECIMIENTO**

Siempre en primer lugar a: Jehová Dios porque me dio la oportunidad de haber podido concluir mis estudios con este trabajo, el que siempre me ha dado fuerzas, paciencia, entendimiento y su sabiduría para siempre seguir adelante, en esta vida en mi carrera el que nunca nos olvida y siempre esta esperando que demos lo mejor de nosotros, a ÉL.

A mi Mami que a pesar de los tiempos difíciles siempre me apoyó.

Con mucho cariño y grande agradecimiento a mi Prof. Guille! que me ayudó tanto, me dio muchas energía y llena de alegría la vida de todas las personas que lo rodean. A Ena Rivers por su ayuda y paciencia.

Por supuesto a mi amiga y compañera de tesis Choco. Vos sabes que sin tu ayuda comprensión, amor y paciencia no se que hubiese sido de mi. Ahh!! Muchas gracias por no desampararme aconsejarme y esperarme. Te quiero mucho mi Choco, que Dios te bendiga.

A la Ima que algún día cuando ella regrese va a leer esto, a la Mache que a regaña dientes pero me ayudaba, a la Dianita, Linneth, Ruth, mi primito Miguel.

A mis amig@s Alejandra, Elena, Chompi, Bosco. Está demás decir a toda la “indiada” que los extraño mucho.

Al profesor Emilio Fajardo por confiar en nosotras. Al prof. Juan Avelares, Prof. Oscar Gómez por sus aportes científicos y tiempo brindado en las consultas.

Ana Celina Suárez Calderón

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Accesiones en estudio, procedencia y especies identificadas.	4
2.	Descriptores cuantitativos evaluados y sus respectivas escalas.	6
3.	Descriptores cualitativos evaluados y sus respectivas escalas.	7
4.	ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes a los datos de altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas, ancho y largo de hojas (cm) y numero de hijos de las accesiones evaluadas 150 dds.	10
5.	ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes al peso promedio del corno (g), diámetro del corno (cm), longitud del corno (cm), numero de yemas e hijos	11
6.	Porcentaje de las accesiones por escala de los descriptores COCORMO, COESSUB, COPECIO, CONERENV, COPABAPECI, COHOHAZ y COPSTALL.	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Precipitación (mm) promedio registradas en la zona en el período Mayo 2007-Diciembre 2007 (INETER, 2008).	3
2.	Plano de campo	5
3.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores ALPTA, N°HOJA, DIATA, ANHOJA, L.HOJA y N°HIJOS evaluados a los 150 dds.	12
4.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores PCORMO, PESSUB y NUSSUB.	13
5.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores DCORMO, LONCORMO, NUYEMASCOR, LONSSUB, DESSUB y NUYEMASCORMELO.	14
6.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores % MATSECORMO y MATSESSUB.	15
7.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores que presentan hojas hastadas, sagitada y lobulada.	17
8.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores que presentan cera en la base del pseudotallo, separación de los lóbulos en las hojas y hojas que se traslapan entre si.	18
9.	Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores que presentan diferentes formas en los cormos y estructuras subterráneas.	19
10.	Dendograma de la relación de parentesco de las veinte accesiones generado del análisis de agrupamiento utilizando 18 descriptores cuantitativos y 15 cualitativos mediante la metodología Ward's y la distancia Pearson cuadrado.	20
11.	Promedio de altura de planta a los 90, 150 y 210 dds de las accesiones 4805, 4808, 4832, 4835, 4846 que reflejan a su vez su ciclo biológico.	21



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Cuadro 7. Agrupación de las accesiones en concordancia a las escalas de los descriptores morfológicos cuantitativos.	29
2.	Cuadro 8. Agrupación de las accesiones en concordancia a la escala de los descriptores morfológicos cualitativos.	32
3.	Cuadro 9. ANDEVA y categorías resultantes a los datos de altura de planta (cm), diámetro del pseudotallo (cm), número de hojas, ancho y largo de hojas (cm) de las accesiones evaluadas a los 90dds.	36
4.	Cuadro 10. ANDEVA y categorías resultantes a los datos de altura de planta (cm) 210 dds	36
5.	Cuadro 11. ANDEVA y categorías resultantes a los datos de número de estructuras subterráneas, peso de estructuras subterráneas (g), diámetro de estructura subterránea (cm), longitud de estructura subterránea y número de yemas de las accesiones evaluadas. Cosecha	37
6.	Catálogo fotográfico.	38

## Resumen

Quequisque, originario de América Tropical, es la especie *Xanthosoma* más importante como fuente alimenticia y generador de recursos. La falta de cultivares resistentes al *Virus del Mosaico del Dasheen* (DsMV) y *Pythium myriotylum* que provoca el mal seco, es la causa de la reducción de los rendimientos y producción. Con el objetivo de iniciar estudios de premejoramiento se caracterizaron morfológicamente veinte accesiones de seis especies *Xanthosoma* colectadas en Nicaragua. El ensayo se estableció en áreas de la Universidad Nacional Agraria (UNA) utilizando esquema BCA, con tres bloques y 5 plantas por repetición. Se evaluaron 4 accesiones de *X. violaceum*, 2 *X. sagittifolium*, 1 *X. wendlandii*, 1 *X. mexicanum*, 1 *X. atrovirens* y 11 accesiones no identificadas (*X. spp.*). Se evaluaron 15 descriptores cualitativos y 18 cuantitativos. Se realizó un análisis de conglomerado para evaluar la relación de parentesco entre las accesiones, conformando tres grupos, uno integrado por *X. wendlandii* y *X. mexicanum*, el segundo y tercer grupo por *X. violaceum*, *X. sagittifolium*, *X. atrovirens* y *X. spp.* *X. mexicanum*, *X. wendlandii*. Cuatro accesiones *X. spp.* produjeron flores. *X. wendlandii* desarrolló precozmente, seguido de *X. mexicanum* y *X. atrovirens*. *X. mexicanum* registró pubescencia en las hojas. *X. mexicanum* y *X. wendlandii* desarrollaron cormos achatados, estructuras subterráneas globosos pequeños, abundantes y pulpa amarillo-oro. *X. sagittifolium* y *X. violaceum* desarrollaron estructuras subterráneas cilíndricas y cónicas. Todas las accesiones silvetres (*X. spp.*) desarrollaron estolones. Las pruebas de ELISA demostraron que el DsMV afectó a todas las accesiones. El catálogo fotográfico exhibe las características principales de las accesiones, útil en futuros trabajos de mejora genética.

**Palabras claves:** *Xanthosoma*, variabilidad, caracterización morfológica, accesiones, parentesco.

## Abstract

Quequisque, native of America Tropical, is the most important *Xanthosoma* species due nutritional values source and as a cash income crop. The lack of to the Dasheen Mosaic Virus (DsMV) and Rot root disease (RRD) tolerant cultivars cause the yield reduction . With the objective of initiating pre-breeding studies 20 accessions of six species of *Xanthosoma* species collected in Nicaragua were morphologically characterized. The field trial was established at UNA in a BCA arrangement, with three blocks and five plants per each replicate. Four *X violaceum*, 2 *X sagittifolium*, 1 *X wendlandii*, 1 *X mexicanum*, 1 *X atrovirens* and 11 unidentified accesions (*X spp*) were evaluated. 15 qualitative and 18 quantitative descriptors were applied to evaluate the accessions. A grouping analysis was carried out to evaluate the relatedness among the accessions. The grouping analysis revealed differences among the accessions conforming two groups, one group integred by *X wendlandii* and *X mexicanum*, and the second conformed by two subgroups, the first subgroup integred by *X violaceum*, *X sagittifolium*, *X atrovirens* and *X spp*. *X mexicanum*, *X wendlandii*, and four accessions *X. spp*. flowered. *X wendlandii* developed precociously, followed of *X. mexicanum* and *X atrovirens*. *X mexicanum* registered pubescence in the leaf. *X mexicanum* and *X wendlandii* developed flattened corms, a lot small globular subterranean structures with yellow-golden pulp. *X sagittifolium* and *X violaceum* developed cylindrical and conical subterranean structures. All the *X spp*. developed stolons. The ELISA test showed that the DsMV affected all the accessions. The photographic catalog exhibits the most important and principal characteristics of the accessions, This catalog could be a very usefull tool in a future work of plant breeding.

Key words: *Xanthosoma*, variability, characterization, morphologic descriptors.

## I. INTRODUCCIÓN

Quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *X. violaceum*), familia *Aráceae* (Onwueme y Charles, 1994), es originario del trópico y sub-trópico de América y El Caribe. Según Jirón (2004) los cormos cocidos contienen 26-30 % de carbohidratos y 1.7-2.5 % de proteínas. Media taza preparada de quequisque contiene 135 calorías y tiamina, riboflavina, vitamina C y hierro que complementan la nutrición humana. En los países antillanos, los pobladores preparan una harina que se utiliza para la elaboración de reposterías. Para el INTA (2000) debido a las cualidades del quequisque existe gran demanda de este producto agrícola tanto en el mercado nacional como internacional, convirtiéndose en un producto no tradicional de exportación.

En el 2001 en Nicaragua se reportaron alrededor de 30,000 hectáreas (ha) sembradas de quequisque en el departamento de Río San Juan y los municipios Nueva Guinea y El Rama. (MAGFOR; 2003). Sin embargo en 2004 las áreas de siembra decrecieron a 6450 ha (CEI, 2005). La causa principal de este problema fue el ataque de la enfermedad conocida como "mal seco" la cual es producida por el hongo *Pythium myriotylum* (*Pm*). Mal seco puede causar reducciones en la producción de 90 % (Saborío, 2004) o totales (Nzietchuen, 1983; Adiobo, 2006). El otro factor que contribuyó a este problema fueron las altas infestaciones causadas por el *Virus del Mosaico del Dasheen* (*DsMV*). Ambas enfermedades son diseminadas a través del material de propagación proveniente de plantaciones afectadas.

La producción nacional descansa en pocos genotipos, ninguno resistente a las principales plagas y enfermedades (Reyes *et al.*, 2006). Por lo que se hace necesario iniciar procesos de premejoramiento (estudio, caracterización y multiplicación) de la variabilidad genética del género *Xanthosoma* colectada en Nicaragua con miras a ampliar la actual base genética del cultivo.

En el período 2006-2007 García (2007) colectó en el país 63 accesiones cultivadas y silvestres del género *Xanthosoma*, y estableció el banco de germoplasma en jardín de colecta. El banco de germoplasma está constituido de accesiones provenientes de diferentes zonas y regiones del país son fuente genética de potencial uso en procesos de cruzamiento, selección, evaluación y multiplicación de material, lo que traería beneficio para el desarrollo agrícola del país.

La caracterización preliminar del banco de germoplasma en base a datos de pasaporte mostró una importante diversidad fenotípica entre las accesiones. Aunque no está clara la posición

taxonómica de las especies cultivadas; se han reconocido las especies *X. atrovirens*, *X. mexicanum*, *X. wendlandii*, *X. robustum*, *X. violaceum*, *X. sagittifolium* y 22 accesiones quedan sin identificarse. Según varios autores *Xanthosoma* es una especie

polimórfica y recomiendan reconocerla como *X. sagittifolium* en razón de las deficiencias en la clasificación existente, hasta que una revisión moderna del género la defina.

Con el presente estudio se inicia el proceso de premejoramiento genético del quequisque a través de la caracterización morfológica de veinte de las accesiones cultivadas y silvestres del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* de Nicaragua.

### **Objetivo general**

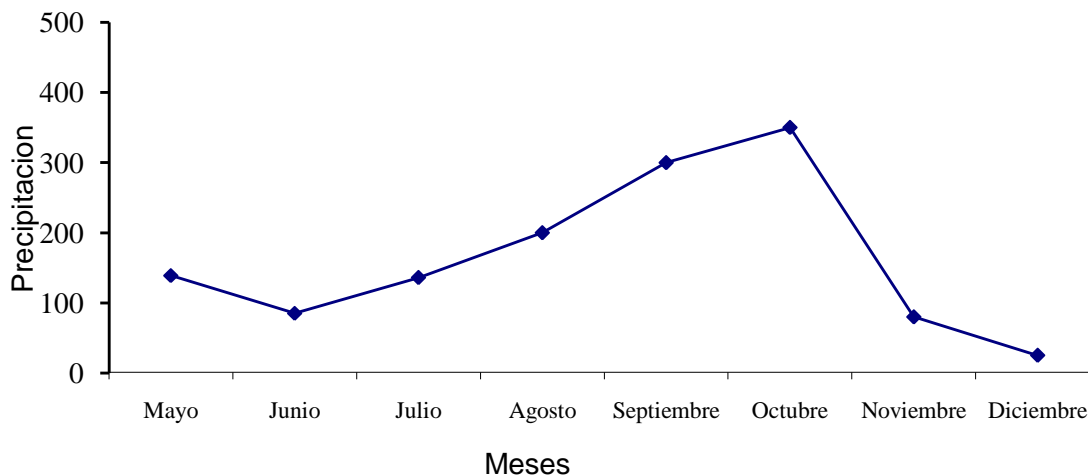
- Caracterizar morfológicamente en condiciones de campo de la UNA, 20 accesiones del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* colectadas en Nicaragua.

### **Objetivos específicos**

- Describir la diversidad morfológica existente entre las especies estudiadas mediante el análisis de descriptores cuantitativos y cualitativos.
- Evaluar la incidencia del DsMV en las accesiones a través de la prueba de ELISA.
- Establecer la relación de parentesco entre las especies a partir del análisis multivariado de datos de descriptores cuantitativos y cualitativos.
- Presentar un catálogo fotográfico de las principales características de las accesiones.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en áreas de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el km 12 ½ carretera norte, Managua. Con coordenadas 12° 9' latitud norte y 86° 16' longitud oeste a una altura de 56 msnm y temperatura aproximadamente de 28 °C y 71 % de humedad relativa, con temperaturas promedio de 32 °C y precipitación anual entre 1000-1315 mm (INETER 2008) (Figura 1). El ensayo duró 8 meses (Mayo 2007- Enero 2008).



**Figura 1.** Precipitación (mm) promedio registradas en la zona en el período Mayo 2007- Diciembre 2007 (INETER, 2008).

### 2.1. Material vegetal

Se evaluaron 20 accesiones del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* de Nicaragua, colectado por García (2007) (Cuadro 1).

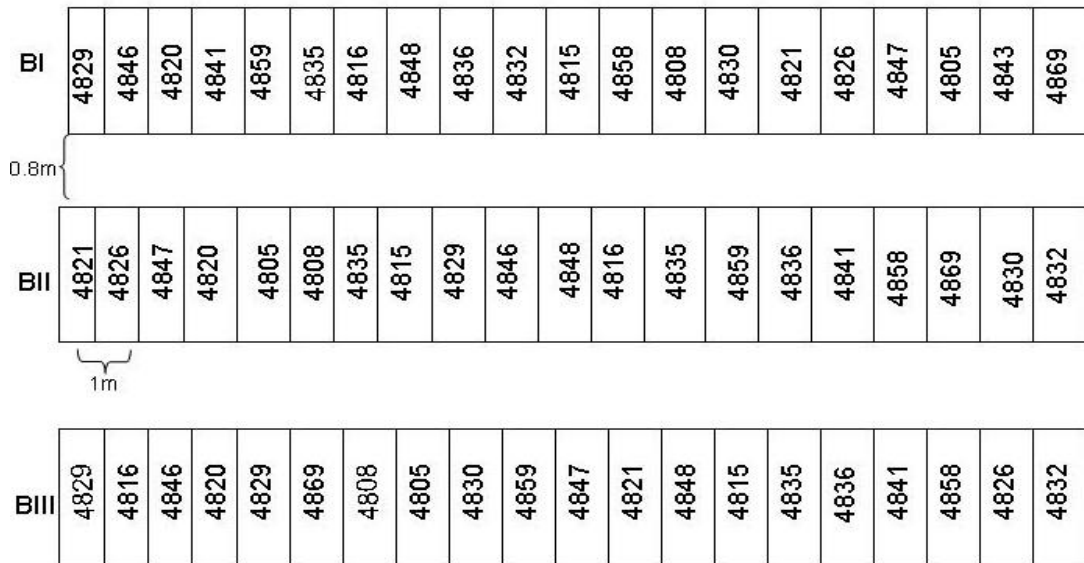
**Cuadro 1.** Accesiones en estudio, procedencia y especies identificadas.

No	Accesiones	Procedencia	Departamento	Especie
1	4805	Chinandega	Chinandega	<i>X. wendlandii</i>
2	4808*	San Ramón	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
3	4815*	Santa Rosa, El Tuma	Matagalpa	<i>X. sagittifolium</i>
4	4816*	El Horno, San Ramón	Matagalpa	<i>X. atrovirens mostrosum</i>
5	4820*	San Antonio	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
6	4821	El Ocote	Matagalpa	<i>X. mexicanum</i>
7	4826*	Telpaneca	Madriz	<i>X. violaceum</i>
8	4829	Quilalí	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
9	4830	Quilalí	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
10	4832	Ticuantepe	Managua	<i>X. spp.</i>
11	4835	San Marcos	Carazo	<i>X. spp.</i>
12	4836	Masatepe	Masaya	<i>X. spp.</i>
13	4841	Susucayán	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
14	4843	La Quebrada	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
15	4846*	Villa Sandino	Chontales	<i>X. sagittifolium</i>
16	4847	La Curva	Nueva Guinea	<i>X. spp.</i>
17	4848	La Curva	Nueva Guinea	<i>X. spp.</i>
18	4858	Santa Clara	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
19	4859	Santa Clara	Nueva Segovia	<i>X. spp.</i>
20	4869*	Siuna	RAAN	<i>X. violaceum</i>

\* Especies cultivadas.

## 2.2. Diseño experimental

Las accesiones fueron multiplicadas mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) desarrollada por Reyes y Aguilar (2005). El experimento se arregló en esquema del diseño de bloques completos al azar (BCA) con 3 bloques, un surco por accesión, 5 plantas por surco. La distancia de siembra fue de 0.8 m entre plantas y 1 m entre surcos, para un área total de 259 m<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Plano de campo. Los códigos representan las accesiones y el orden en que se establecieron en el campo.

### 2.3. Manejo agronómico

Durante la preparación del terreno se eliminaron los rastrojos y se hizo un pase de arado y uno de grada. El surcado se realizó manualmente con azadón y la siembra mediante el transplante directo al campo, de acuerdo a la distancia de siembra señalada. Las arvenses fueron controladas con aporques semanales los primeros tres meses y después cada vez que fue necesario. Se fertilizó con 170 kg ha<sup>-1</sup> de completo NPK (12-30-10) al momento de la siembra y a 45 días después de la siembra (dds) según lo sugerido por Reyes (2006). Se irrigó por aspersión durante la ausencia del periodo lluvioso.

### 2.4 Evaluaciones

Para la caracterización morfológica se usaron los descriptores cuantitativos y cualitativos sugeridos en la lista de descriptores de *Xanthosoma* del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) (1989); y los utilizados por Milián *et al.* (1993). Adicionalmente se realizó evaluación de la incidencia del DsMV.

Los descriptores cuantitativos se evaluaron a 90, 150 y 210 dds. La altura de planta (cm) se midió desde la base del pseudotallo hasta la parte distal del pecíolo en la hoja de mayor tamaño de la planta principal. El diámetro del tallo (cm) se evaluó en la parte de unión del cormo y las hojas envainadoras. El ancho (cm) y largo (cm) de la lámina foliar se calculó en la hoja de



mayor tamaño. Los descriptores de cosecha se evaluaron a 240 dds (Cuadro 2). Las variables cualitativas (forma y color) se evaluaron a 210 dds utilizando el catálogo de colores Methuen Handbook of Colour propuesto por Milián *et al.* (1993) (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Descriptores cuantitativos evaluados y sus respectivas escalas.

<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)	Número de yemas (N°YEMAS) CORMO	1. Muy pocas (< 5) 2. Pocas (5-10) 3. Media (10-20) 4. Alta (> 20)
Diámetro del pseudotallo (cm) (DIATA)	1. Muy estrecho (1-5) 2. Estrecho (5-10) 3. Ancho (> 10)	Cormos secundarios (COSEC)	1. Ninguno 2. Poco (1-2) 3. Medio (3-5) 4. Alto (6-10) 5. Muy alto (> 10)
Número de hojas (N°HOJA)	1. Bajo (1-3) 2. Medio (3-6) 3. Alto (> 6)	Número de estructuras subterráneas (NUESSUB)	1. Bajo (< 4) 2. Medio (4-8) 3. Alto (> 8)
Ancho de hojas (cm) (ANHOJA)	1. Muy estrecha (< 15) 2. Estrecha (15-20) 3. Media (20-30) 4. Ancha (30-40) 5. Muy ancha (> 40)	Peso de estructuras subterráneas (g) (PEESUB)	1. Bajo (< 400) 2. Media (400-700) 3. Alto (700-1000) 4. Muy alto (> 1000)
Largo de hoja (cm) (L.HOJA)	1. Muy corta (< 15) 2. Corta (15-30) 3. Medio (31-40) 4. Larga (41-50) 5. Muy larga (> 50)	Diámetro de estructuras subterráneas (cm) (DESSUB)	1. Muy estrecho (< 2) 2. Estrecho (2-4) 3. Ancho (> 4)
Número de hijos (N°HIJOS)	1. Ninguno (0) 2. Pocos (1-2) 3. Medio (3-5) 4. Alto (6-10) 5. Muy alto (> 10)	Longitud de estructuras subterráneas (cm) (LONESSUB)	1. Muy corto (< 6) 2. Corto (6-12) 3. Media (13-20) 4. Largo (20-30) 5. Muy largo (> 30)
Peso cormo (g) (PCORMO)	1. Bajo (< 400) 2. Media (400-700) 3. Alta (700-1000) 4. Muy alta (> 1000)	Número de yemas (NUYEMAS) CORMELO	1. Muy pocas (< 4) 2. Pocas (4-8) 3. Medio (8-12) 4. Alta (> 12)
LONCORMO	1. Corta (< 5 cm) 2. Media (5-10 cm) 3. Larga (10-15 cm)	Porcentaje de materia seca de cormelos (% MATSECORMELO)	1. Baja (< 12 %) 2. Media (12-18 %) 3. Alto (> 18 %)
Diámetro de cormo (cm) (DCORMO)	1. Muy estrecho (< 6) 2. Estrecho (6-10) 3. Ancho (> 10)	Porcentaje de materia seca cormo. (% MATSECORMO)	1. Baja (< 12 %) 2. Media (12-18 %) 3. Alto (> 18 %)

**Cuadro 3.** Descriptores cualitativos evaluados y sus respectivas escalas.

<b>Carácter</b>	<b>Escala</b>	<b>Carácter</b>	<b>Escala</b>
Color cormo (COCORMO)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Traslape Hoja (TRAS) 1. Si 2. No
Color estructura subterráneas (COESSUB)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Inicio de inserción de lóbulo (INI) 1. Si 2. No
Color pecíolo (COPECIO)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Angulo lóbulos (ANGU) 1. <90 2. >90 3. =90
Color nervadura envés (CONERENV)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Presencia cera (PRESCE) 1. Si 2. No
Color parte base pecíolo (COPABAPECI)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Forma cormo (FOCORMO) 1. Globoso Cónico 2. Cilíndrico 3. 4. Aplanado
Color hoja por el haz (COHOHAZ)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Forma de estructuras subterráneas (FOESSUB) 1. Globoso 2. 3. Cónico Estolones
Color del pseudotallo (COPSTALL)	1. Blanco 2. Crema 3. Verde bajo 4. Rosado bajo 5. Rosado 6. Lila	7. Verde 8. Amarillo 9. Amarillo oro 10. Púrpura 11. Fucsia 12. Morado	Floración (FLO) 1. Si 2. No  Forma de la hoja (FHOJ) 1. Hastada 2. Sagitada 3. Lobuladas

Para evaluar el porcentaje de materia seca en cormos y estructuras subterráneas, se prepararon 4 muestras de 10 g cada una, se secaron al horno a 60 °C por 48 horas, se midió el peso final de cada muestra.

## **2.5. Evaluación de la incidencia DsMV**

Se les realizó la prueba ELISA (Reacción enzimática ligada a la inmunoadsorción, siglas en inglés) a muestras de hojas de dos plantas por accesión por bloque según el protocolo descrito por Rivers (2004). Las pruebas se realizaron a los 150 y 170 dds.

## **2.6. Catálogo fotográfico**

Se anexa un catálogo fotográfico de las accesiones, con el objetivo de evidenciar las diferencias morfológicas encontradas entre y dentro de las especies.

## **2.7. Análisis estadístico**

A los datos de las variables morfológicas altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de hoja, número de hijos, ancho de la hoja registrados a los 150 dds se les realizó análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de separación de medias Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) en aquellos casos donde el ANDEVA encontrase diferencias significativas entre las accesiones. El modelo aditivo lineal que se utilizó se describe a continuación.

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

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 20$  accesiones

$j = 1, \dots, 3$  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

Para analizar la fenología de las accesiones se registraron las variables altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de hoja, número de hijos, ancho de la hoja a 90, 150 y 210 dds.

Para determinar la velocidad de crecimiento y desarrollo de las accesiones se consideró el tiempo en que las plantas de quequisques cultivados culminan su crecimiento. Según López *et al.* (1984) y Wilson (1984) el primer período se caracteriza por el lento crecimiento del follaje y comprende desde la brotación hasta la aparición de los cormos primarios y secundarios, se prolonga hasta los 80-90 días. El segundo período se produce un rápido crecimiento del follaje, comienza con la formación de los cormos secundarios y termina cuando se obtiene el máximo desarrollo foliar (80-180 días). El tercer período se caracteriza por la formación de los cormos secundarios y terciarios y la declinación progresiva del follaje (180-330 dds). Al final de este período se presenta la senescencia y amarillamiento del follaje, que es utilizado como índice de cosecha. Considerando estos parámetros las accesiones se considerarán precoces si completan su ciclo antes 150 dds, de desarrollo intermedio si lo logran en el período 150-210 dds y tardías si lo completan el ciclo después de los 330 dds.

Con los datos provenientes de los descriptores cuantitativos y cualitativos se realizó un análisis de conglomerado que se presenta en forma de diagrama de árbol o dendograma (Franco *et al.*, 1999) para encontrar la relación de parentesco de las accesiones.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Descriptores cuantitativos

El ANDEVA realizado ( $\alpha = 0.05$ ) demuestra que a los 150 dds las accesiones silvestres 4835 y 4858 registraron valores estadísticamente superiores en 5 de 6 descriptores cuantitativos, en comparación a las otras accesiones silvestres. Las accesiones cultivadas 4808 y 4846 mostraron significación estadística superior en 2 de 6 descriptores cuantitativos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes a los datos de altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas, ancho y largo de hojas (cm) y número de hijos de las accesiones evaluadas 150 dds.

Accesión	ALPTA	DIATA	NHOJAS	NUHIJ	AHOJAS	LHOJAS
4805	52.87 cd	4.80 h	3.86 d	0.00 b	18.60 d	25.86 d
4808*	94.20 ab	6.80 fjh	5.93 ab	0.00 b	43.33 bc	38.86 b
4815*	74.33 bcd	8.20 efj	6.26 A	0.00 b	36.00 bc	30.53 cd
4816*	53.67 cd	5.60 h	5.00 bc	0.00 b	31.26 c	21.93 d
4820*	85.67 bc	8.66def	6.73 A	0.00 b	39.73 bc	35.60 bc
4821	29.27 e	4.80 h	4.93 bc	0.00 b	23.13 d	26.40 cd
4826*	64.00 cd	6.40 jh	5.20 bc	0.00 b	28.07 cd	31.33 bc
4829	67.60 cd	6.86 fjh	5.86 ab	0.20 a	41.06 bc	34.20 bc
4830	49.00 d	4.53 h	4.40 cd	0.00 b	22.66 d	25.86 c
4832	98.73 ab	11.13\ bc	5.93 ab	0.00 b	56.73 b	52.33 ab
4835	102.47 a	10.43\ bcd	6.40 A	0.00 b	55.13 ab	52.00 ab
4836	100.00 ab	8.66 def	6.20 ab	0.00 b	56.33 ab	49.46 b
4841	84.40 b	9.86bcde	6.20 ab	0.13 a	54.33 ab	49.93 b
4843	100.20 a	12.53\	5.60 bc	0.00 b	57.33 ab	55.20 a
4846*	91.00 ab	9.21cde	5.35 b	0.21 a	44.71 Bc	41.35 b
4847	55.87 cd	6.00 jh	4.53 cd	0.00 b	29.26 cd	29.06 cd
4848	100.20 a	11.40\ bc	6.73 A	0.00 b	50.80 bc	51.20 a
4858	91.27 ab	12.06\ b	6.40 ab	0.00 b	61.20 a	51.46 a
4859	54.07 cd	4.93 h	4.86 bc	0.00 b	30.13 cd	27.06 d
4869*	84.60 b	8.66def	4.93 bc	0.00 b	43.53 bc	36.73 b

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

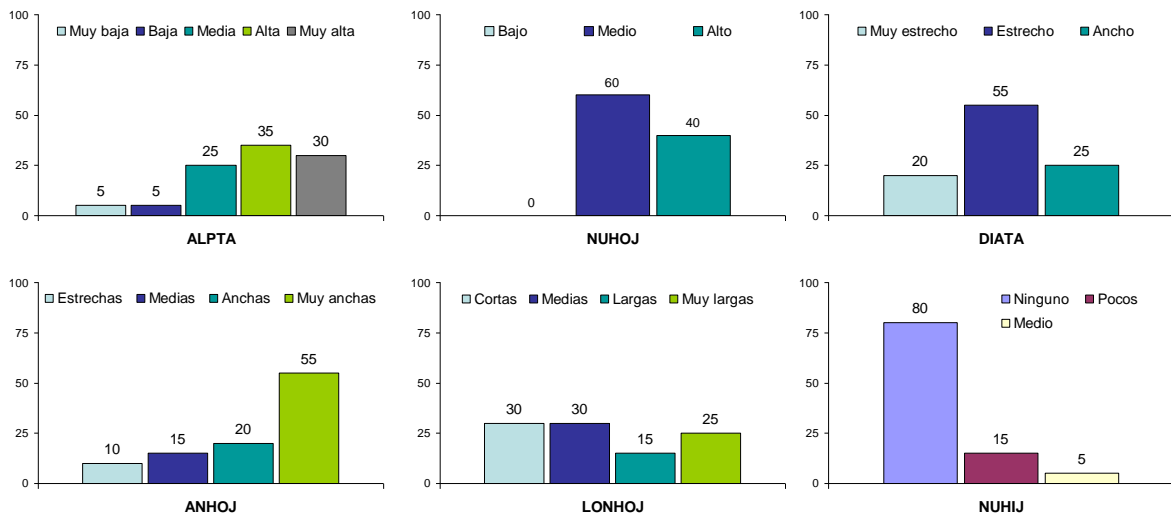
En el ANDEVA realizado a los descriptores cormos, la accesión silvestre 4858 resultó superior estadísticamente en 4 de 5 descriptores. Las accesiones cultivadas 4808 y 4846 se mostraron superiores en 3 de 5 descriptores (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes al peso promedio del cormo (g), diámetro del cormo (cm), longitud del cormo (cm), número de yemas e hijos.

Accesión	Peso cormo (g)		Dia cormo		Loncormo		N°yemas		N°hijos	
4805	312.12	bc	8.90	c	4.94	b	5.60	d	0.00	d
4808*	1327.90	a	13.20	ab	13.00	ab	11.20	cd	0.40	d
4815*	1129.32	ab	9.60	bc	10.90	ab	9.40	cd	0.00	d
4816*	232.67	bc	6.40	d	7.22	ab	9.40	cd	1.00	c
4820*	612.90	b	10.60	ab	9.50	ab	12.60	bcd	1.00	c
4821	238.35	bc	5.70	d	9.76	ab	9.20	cd	0.00	d
4826*	766.12	ab	9.80	bc	9.90	ab	16.20	bc	0.00	d
4829	771.80	ab	8.36	c	12.30	a	21.00	b	1.00	c
4830	681.00	ab	10.76	abc	11.10	ab	13.40	bc	0.60	c
4832	698.02	ab	9.20	bc	10.40	ab	6.40	d	1.00	c
4835	885.30	ab	12.60	abc	12.80	ab	10.80	cd	2.40	b
4836	805.85	ab	9.60	bc	14.60	a	4.80	d	4.00	a
4841	1418.70	a	12.80	ab	13.00	ab	10.20	cd	2.00	b
4843	1662.70	a	10.70	abc	14.40	a	6.20	d	0.20	d
4846*	919.35	ab	12.20	abc	12.90	ab	11.60	cd	1.20	c
4847	323.47	e	8.340	c	7.90	ab	9.00	cd	0.00	d
4848	1203.10	a	13.40	ab	14.80	a	15.20	bc	2.20	b
4858	1804.65	a	14.20	a	11.80	ab	39.80	a	1.80	bc
4859	397.25	bc	8.88	c	9.70	ab	10.20	cd	0.00	d
4869*	306.45	bc	9.72	bc	6.70	b	9.20	cd	0.00	d

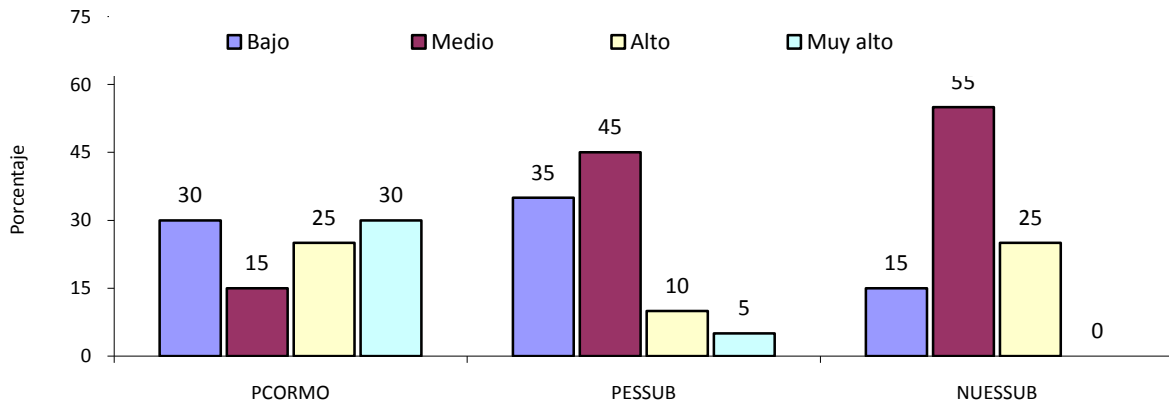
\*= accesiones cultivadas. Medias en columnas con las mismas letras son estadísticamente similares entre si según prueba de separación de medias por Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

En la Figura 3 y en el Cuadro 7 de Anexos se presentan los datos de los descriptores morfológicos y las agrupaciones de las accesiones por escalas. Las accesiones de menor tamaño fueron la 4805 (5 %) con altura muy baja (< 30 cm.) y 4821 (5 %) con altura baja (30-50 cm.), (*X. wendlandii* y *X. mexicanum* respectivamente). 25 % de las accesiones registraron altura media (51-100 cm.) las accesiones cultivadas (4816, 4826, 4869), 35 % altas (101-150 cm.) y 30 % muy altas (> 150 cm.), entre estas una accesión cultivada *X. sagittifolium* (4815) (Figura 2). 60 % de las accesiones desarrollaron un número medio de hojas (3-6), cuatro accesiones cultivadas (4808, 4826, 4846 y 4869). 40 % de las accesiones desarrollaron un número alto de hojas (> 6), tres cultivadas (4815, 4820, 4816), *X. sagittifolium* y *X. atrovirens* respectivamente. 20 % de las accesiones desarrollaron diámetro de tallos muy estrechos (1-5 cm.), 55 % tallo estrecho (5-10 cm.), entre ellas todas las accesiones cultivadas. 25 % de las accesiones desarrollaron tallos anchos (> 10 cm.) todas silvestres (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores ALPTA, N°HOJA, DIATA, ANHOJA, L.HOJA y N°HIJOS evaluados a los 150 dds.

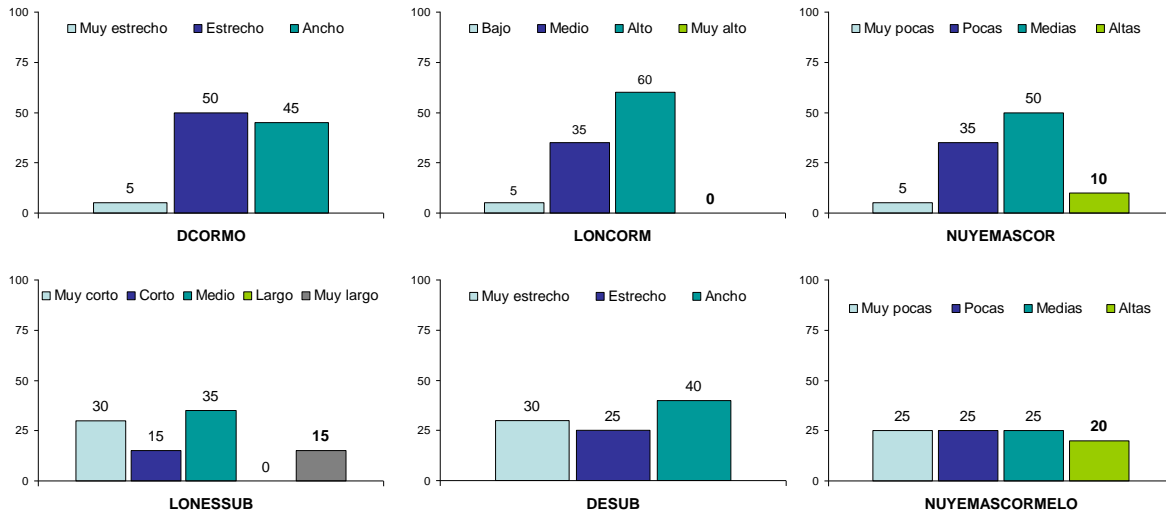
Las accesiones 4805 y 4821 (10 %) desarrollaron hojas estrechas (15-20 cm), 15 % ancho medio (20-30 cm.) una accesión cultivada (4826), 20 % hojas anchas (30-40 cm.), tres cultivadas (4815,4816 y 4820). 55 % hojas muy anchas (> 40 cm.) tres cultivadas (4808, 4846 y 4869). 30 % de las accesiones presentaron hojas cortas (15-30 cm.), una accesión cultivada (4816, *X. atrovirens*). 30 % hojas medias (31-40 cm.) entre ellas cinco accesiones cultivadas (4808, 4815, 4820, 4826 y 4869). 15 % desarrollaron hojas largas (41-50 cm.), una cultivada (4846). 25 % de las accesiones, todas silvestres, produjeron hojas muy largas (> 50 cm.). 80 % de las accesiones no desarrollaron hijos de estas seis accesiones cultivadas (4808, 4815,4816, 4820, 4826 y 4869), 15 % desarrollaron pocos hijos (1-2) entre estas únicamente la accesión cultivada 4846 (*X. sagittifolium*), 5 % produjo un número medio de hijos por planta (3-5) (Figura 3).



**Figura 4.** Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores PCORMO, PESSUB y NUSSUB.

30 % de las 20 accesiones desarrollaron cormos de peso bajo (< 400 g), dos accesiones cultivadas (4816 y 4869), 15 % peso medio (400-700 g), una cultivada (4820), 25 % de peso alto (700-1000 g), dos cultivadas más (4826 y 4846) y 30 % de las accesiones con peso mayor a 1000 g, entre estas dos accesiones cultivadas (4808 y 4815) (Figura 4). 35 % de las accesiones presentaron pesos bajos en su estructuras subterráneas (< 400 g), incluyendo a cuatro accesiones cultivadas (4815, 4820, 4826 y 4846), 45 % obtuvieron peso medio (400-700 g), dos cultivadas (4808 y 4869), 10 % peso alto (700-1000 g), 5 % peso muy alto (> 1000 g) (Figura 4). 15 % de las accesiones produjeron un número bajo de estructuras subterráneas (< 4), dos accesiones cultivadas (4815 y 4869), 55 % registraron número medio de estructuras subterráneas (4-8), dos cultivadas (4826 y 4846) y 25 % con número alto de producción de estructuras subterráneas (> 8), dos cultivadas (4808 y 4820). La accesión 4816 (*X. atrovirens*) no desarrolló estructuras subterráneas por lo que tiene bajo potencial de propagación (Figura 4).





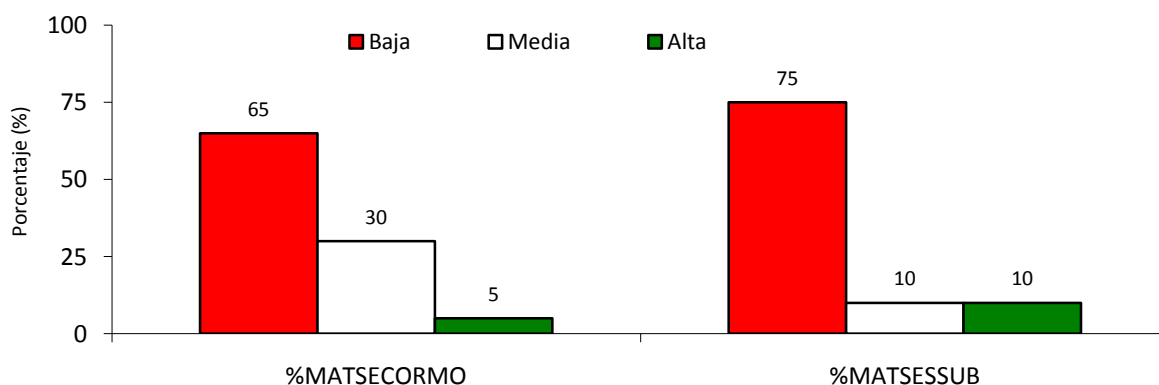
**Figura 5.** Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores DCORMO, LONCORMO, N°YEMASCORMO, LONESSUB, DESSUB y NUYEMASCORMELO.

Una accesión silvestre (5 %) desarrolló diámetro de cormos muy estrecho (< 6 cm), 50 % cormos estrechos (6-10 cm) entre ellos las cultivadas 4815, 4816, 4826 y 4869. 45 % cormos anchos (> 10 cm) entre estas 3 cultivadas (4808, 4820 y 4846) (Figura 5). Una accesión silvestre desarrolló cormos cortos (< 5 cm.) (5 %). 35 % de las accesiones, entre ellas cuatro cultivadas (4816, 4820, 4826 y 4869) produjeron cormos de longitud media (5-10 cm), 60 % produjeron cormos largos (10-15 cm), tres accesiones cultivadas (4808, 4815 y 4846) (Figura 5).

Una de las accesiones silvestres (5 %) desarrolló cormos con muy pocas yemas (menos de 5), 35 % pocas yemas (5-10) entre ellas tres cultivadas (4815, 4816 y 4869). 50 % de las accesiones, entre ellas 4 cultivadas (4808, 4820, 4826 y 4846) desarrollaron cormos con número medio de yemas (10-20 por cormo), y dos accesiones silvestres (10 %) produjeron alto número de yemas en sus cormos (> 20) (Figura 5). 50 % de las accesiones no presentaron cormos secundarios, entre ellas cuatro cultivadas (4808, 4815, 4826 y 4869). 30 % produjeron pocos cormos secundarios (1-2), 20 % de las accesiones desarrollaron un número medio de cormos secundarios (3-5) todas silvestres (Cuadro 7, Anexos).

Seis accesiones (30 %) desarrollaron estructuras subterráneas con diámetro muy estrecho (< 2 cm.), una de estas es cultivada (4820), 25 % diámetro estrecho (2-4 cm.), entre ellas tres cultivadas (4808, 4826 y 4869), 40 % anchos (> 4 cm.), dos cultivadas (4815 y 4846) (Figura 5).

Siete accesiones (30 %), entre ellas la cultivada 4820, desarrollaron estructuras subterráneas muy cortas (< 6 cm), tres accesiones (15 %) de longitud corta (6-12 cm), dos de ellas cultivadas (4815 y 4826), 35 % longitud media (13-20 cm), entre ellas las cultivadas 4808 y 4846. Las restantes tres accesiones desarrollaron estructuras subterráneas de longitud muy larga (> 30 cm), una de ellas cultivada (4869) (Figura 5). Cinco accesiones (25 %) presentaron muy pocas yemas en sus estructuras subterráneas (< 4), 25 % pocas yemas (4-8) cuatro de ellas cultivadas (4808, 4845, 4820 y 4826), 25 % en escala media de producción de yemas (8-12), una accesión cultivada (4846) y el 20 % un alto número de yemas (> 12), entre ellas la accesión cultivada (4869) *X. violaceum* (Figura 5).



**Figura 6.** Porcentaje de accesiones por escala de los descriptores % MATSECORMO y % MATSESSUB.

De las 11 accesiones silvestres, 10 obtuvieron porcentaje de materia seca en el corno baja (< 12 %), mas dos cultivadas (4816 y 4846) y 4821 (*X. mexicanum*), para un total de 65 %. 30 % de las accesiones con porcentaje de materia seca media (12-18 %), cinco accesiones cultivadas (4869, 4820, 4815, 4808 y 4826), 5 % obtuvo porcentaje de materia seca en el corno alta (> 18 %) *X. wendlandii* (4805) (Figura 6).

75 % de las veinte accesiones registraron bajo porcentaje de materia seca (< 12 %) en sus estructuras subterráneas incluyendo a todas las accesiones cultivadas (cormelos) (Figura 6). Dos accesiones silvestres (4835 y 4830) se ubicaron en escala media de porcentaje de materia seca en las estructuras subterráneas (estolones). Las accesiones 4805 (*X. wendlandii*) y 4821 (*X. mexicanum*) registraron las estructuras secundarias con mayor proporción de materia seca después del secado (Figura 5).

### 3.2. Descriptores cualitativos

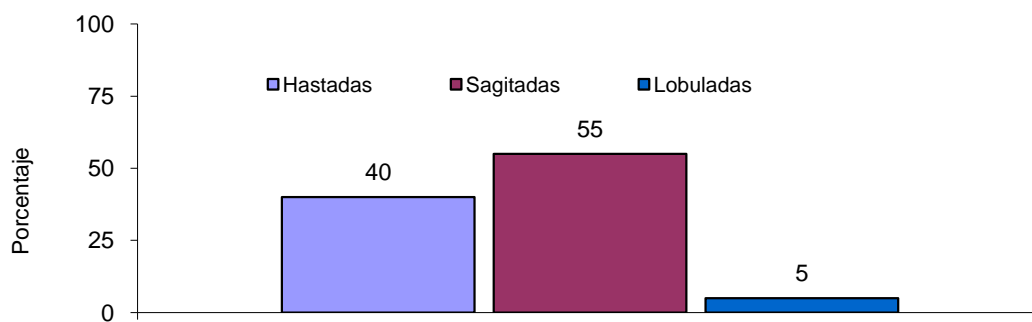
**Cuadro 6.** Porcentaje de las accesiones por escala de los descriptores COCORMO, COESSUB, COPECIO, CONERENV, COPABAPECI, COHOHAZ y COPSTALL.

COLORES	COCORMO	COESSUB	COPECIO	CONERENV	COPABAPECI	COHOHAZ	COPSTALL
Blanco	5	5	-	-	-	-	-
Crema	40	35	-	-	-	-	-
Verde bajo	10	10	15	70	30	-	35
Rosado bajo	10	20	-	-	-	-	-
Rosado	-	5	-	-	-	-	-
Lila	5	-	5	-	-	-	-
Verde	-	-	75	25	55	100	45
Amarillo	15	5	-	-	-	-	-
Amarillo oro	15	15	-	-	-	-	-
Púrpura	-	-	5	-	-	-	20
Fucsia	-	-	-	5	15	-	-
Morado	-	-	-	-	-	-	-

De las accesiones, una accesión silvestre (4858) presentó color blanco en la pulpa del cormo, 40 % crema, dos cultivadas (4826 y 4815), 10 % verde bajo, siendo una de estas la accesión cultivada 4846 (*X. sagittifolium*), 10 % rosado bajo, una cultivada (4808) *X. sagittifolium*, 5 % lila, que es la accesión cultivada 4820 (*X. violaceum*) 15 % amarillo, entre ellas la accesión cultivada 4869 (*X. violaceum*), 15 % amarillo oro en las que se encuentran las accesiones 4805 y 4821 (*X. wendlandii* y *X. mexicanum*, respectivamente) (Cuadro 6).

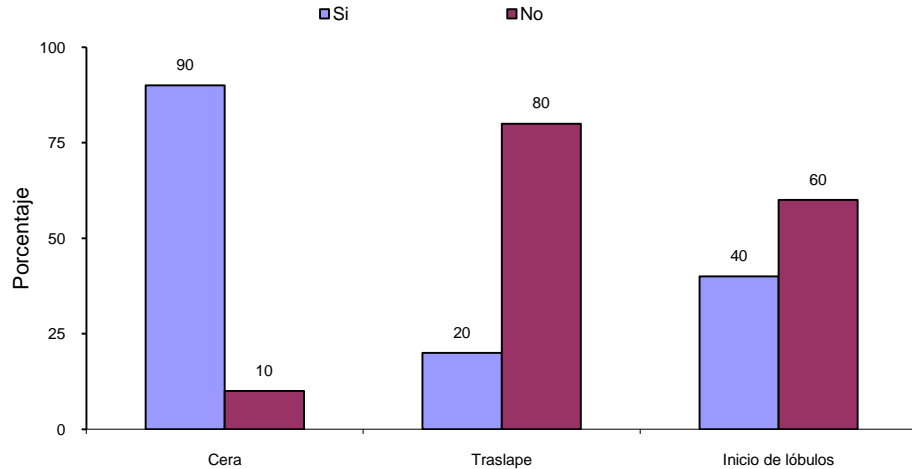
La accesión silvestre (4858) presentó color blanco en la pulpa de las estructuras subterráneas, 35 % presentaron color crema, en las cuales está una accesión cultivada (4826), 10 % verde bajo, una de ellas la accesión cultivada 4846, 20 % rosado bajo, todas estas cultivadas (4808, 4820, 4815 y 4869), 5 % rosado, 5 % amarillo, 15 % amarillo oro (Cuadro 6). La accesión 4816 (*X. atrovirens*) no desarrolló estructuras subterráneas, no se ubicó en ninguna escala. El color verde bajo en el pecíolo

se presentó en el 15 % de las accesiones, 5 % lila, que es la accesión cultivada 4808 (*X. violaceum*) 75 % verde, 5 % púrpura, siendo esta una accesión silvestre (4832). 70 % de las accesiones presentaron en el envés de la hoja nervaduras de color verde bajo, 25 % verde claro, 5 % fucsia, la cual es la accesión silvestre 4832. 30 % de las accesiones presentaron color verde bajo en la parte basal del pecíolo, 55 % verde, 15 % púrpura, todas silvestres (4829, 4832, 4843). Cien por ciento de las accesiones presentaron color verde en la lámina de la hoja por el haz. 35 % de las accesiones el color verde bajo en el pseudotallo, 45 % verde, 20 % púrpura, de estas tres cultivadas (4869, 4826, 4808) (Cuadro 6) (Cuadro 8 Anexo).



**Figura 7.** Porcentaje de accesiones por escala de los descriptores que presentan hojas hastadas, sagitadas y lobuladas.

Las accesiones cultivadas (4815, 4826) y seis accesiones silvestres (4830, 4832, 4835, 4836, 4847 y 4848), presentaron hojas hastadas, 55 % sagitadas entre ellas cinco cultivadas (4808, 4816, 4820, 4846, 4869) y el 5 % lobuladas siendo esta la accesión 4805 (*X. wendlandii*) (Figura 7). *Xanthosoma mexicanum* fue la única accesión que presentó pubescencia en sus hojas y pseudotallo.

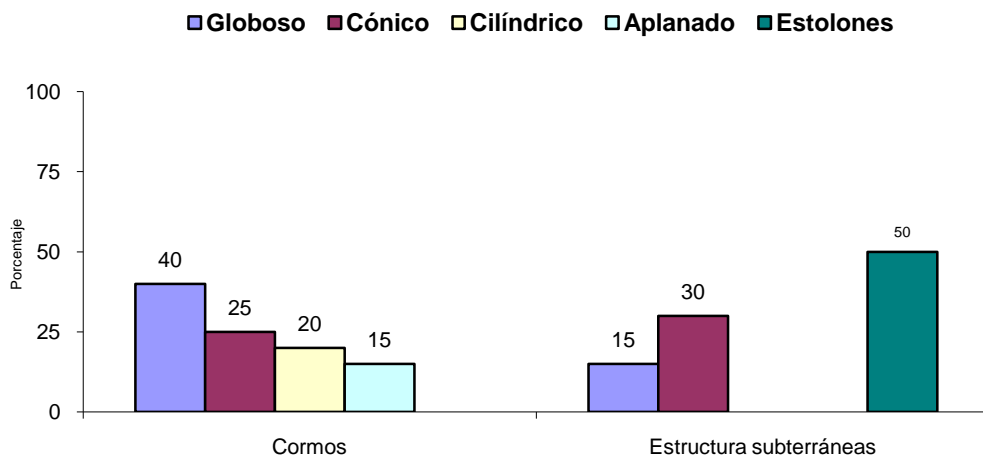


**Figura 8.** Porcentaje de accesiones por escalas de los descriptores que presentan cera en la base del pseudotallo, separación de los lóbulos en las hojas y hojas que se traslapan entre si.

Todas las accesiones cultivadas y silvestres (90 %) presentan cera abundante en la base del pseudotallo y pecíolo. *X. wendlandii* (4805) y *X. mexicanum* (4821) no presentan cera (Figura 8).

El 80 % de las accesiones no se traslaparon en sus hojas incluyendo seis accesiones cultivadas (4846, 4820, 4808, 4869, 4815, 4826). 20 % de las accesiones si se traslaparon una de ellas cultivada (4816). En el 60 % de las accesiones los lóbulos de las hojas no nacen en el punto de unión pecíolo-hoja, entre las cuales están seis cultivadas (4816, 4846, 4808, 4869, 4815, 4826) y en el 40 % de las accesiones si nacen en el punto de unión pecíolo-hoja, incluyendo una accesión cultivada (4820) (Figura 8).

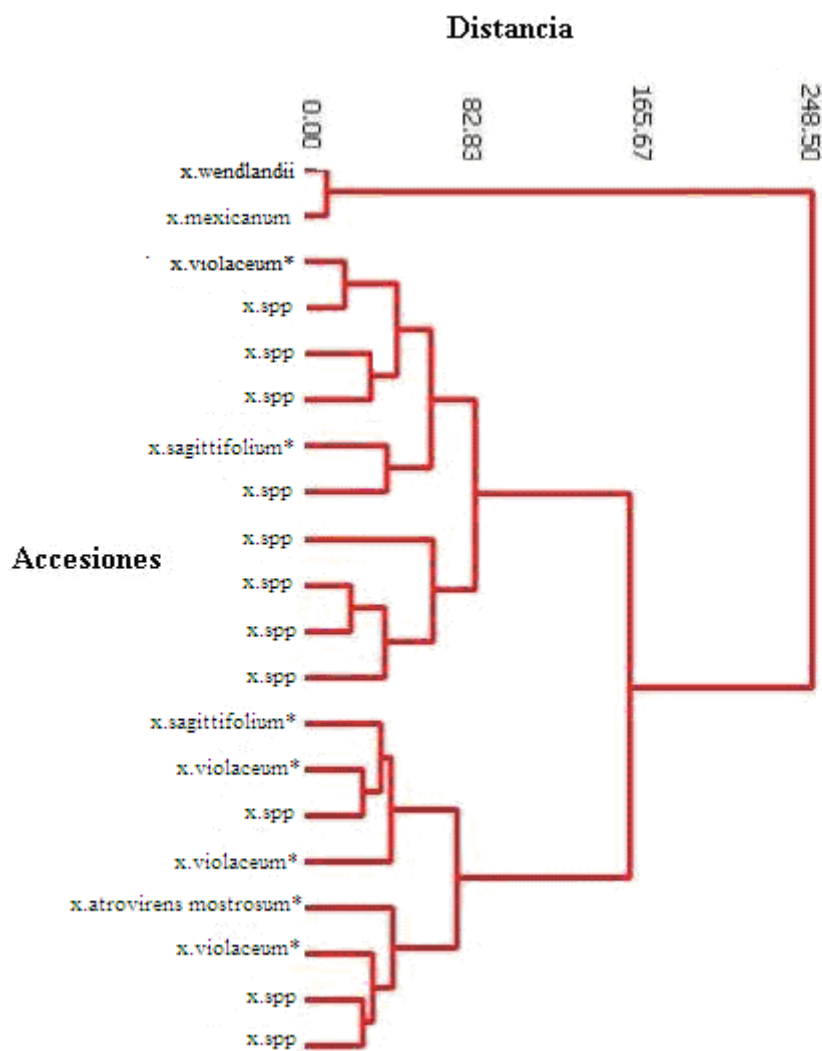
50 % de las accesiones presentaron separación entre lóbulos mayores de 90 grados, de ellas tres cultivadas (4820, 4815 y 4826), 40 % separación menor de 90 grados y 10 % igual a 90 grados.



**Figura 9.** Porcentaje de accesiones por escala de los descriptores que presentan diferentes formas en los cormos y estructuras subterráneas.

40 % de las accesiones producen cormos en forma redonda entre ellas cuatro cultivadas (4820, 4846, 4826, 4869), 25 % cónico, una cultivada (4816), 20 % cormos cilíndricos, una cultivada (4815), 15 % aplanados, una cultivada (4808). El 15 % de las accesiones producen estructuras subterránea de forma globosa, 30 % producen estructuras subterránea cónicos (cormelos), seis accesiones cultivadas (4808, 4820, 4869, 4846, 4826, 4815). 50 % de las accesiones producen estructuras subterráneas en forma de estolones (Figura 9). La forma de las estructuras subterráneas varió según la especie.

El estudio de la incidencia del *Dashen Mosaic Virus* (DsMV) mostró que solamente las especies cultivadas mostraron los síntomas típicos de la enfermedad; caso contrario ocurrió con las accesiones silvestres las cuales no mostraron ningún síntoma visible. Sin embargo las dos pruebas de ELISA realizadas para evaluar la incidencia del DsMV mostraron que el 100 % de las accesiones dieron resultados positivos esto podría deberse a que la replicación del virus es deficiente y por tanto no alcanza las concentraciones para mostrar el efecto de la enfermedad.



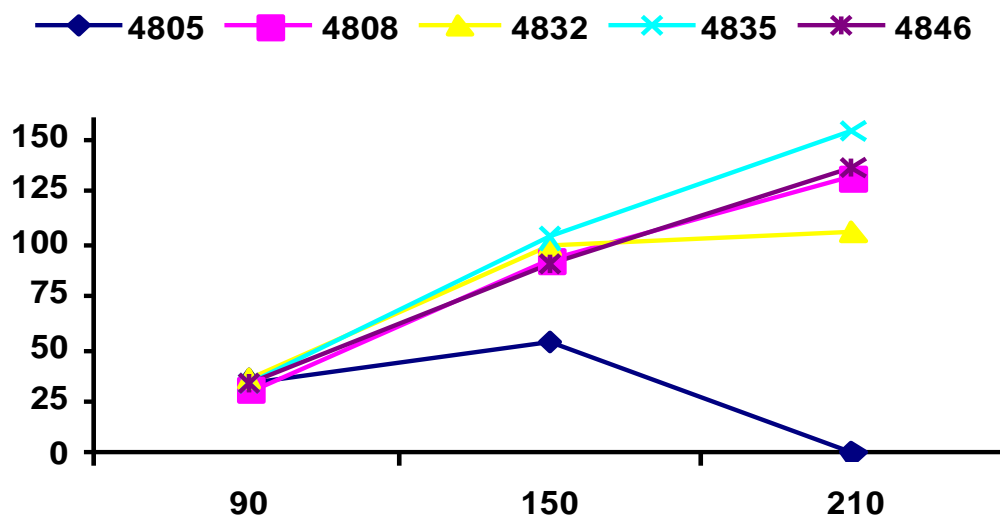
**Figura 10.** Dendrograma de la relación de parentesco de las veinte accesiones generado del análisis de agrupamiento utilizando 18 descriptores cuantitativos y 15 cualitativos mediante la metodología Ward's y la distancia Pearson cuadrado.

El dendrograma de la relación de parentesco entre las accesiones conformó dos grupos: el primero integrado por *X. wendlandii* y *X. mexicanum* y el segundo por *X. spp.*, *X. violaceum*, *X. sagittifolium* y *X. atrovirens* (Figura 10).

El análisis de las variables cuantitativas y cualitativas revela amplia variabilidad del germoplasma estudiado (Cuadro 7 y 8 en Anexos). Nicaragua está ubicada en el centro de origen del cultivo (Reyes, 2006), y las diferencias en las condiciones ecológicas de las distintas procedencias geográficas de las accesiones pueden explicar que exista esta variabilidad. Se revelan diferencias entre accesiones de una misma especie y similitudes entre accesiones de diferentes especies.

Todas las accesiones son caulescentes en su hábito de crecimiento. La mayoría con altura que varían entre 0.30-150 cm en las condiciones de evaluación.

Las accesiones silvestres (*X. spp.*) desarrollaron mayor biomasa, sin embargo produjeron pocas estructuras subterráneas, mientras que las accesiones cultivadas 4815,4846 (*X. sagittifolium*) y 4808, 4820, 4826 y 4869 (*X. violaceum*) desarrollaron menor biomasa que las accesiones silvestres pero produjeron mayor número de estructuras subterráneas. Posiblemente las especies *X. spp* dirigen los asimilatos provenientes de la fotosíntesis al crecimiento y producción de hijos y no a la formación de estructuras subterráneas.



**Figura 11.** Promedio de altura de planta a los 90, 150 y 210dds de las accesiones 4805, 4808, 4832,4835, 4846 que refleja a la vez su ciclo de vida.

La accesión silvestre 4805 (*X. wendlandii*) desarrolló precozmente, cuatro accesiones tuvieron ciclo de vida intermedias, dos cultivadas (4826 4869); 4821 pertenece a *X. mexicanum* y 4847 *X. spp.*, el resto de las accesiones son de ciclo tardío (Figura 11).

La estrategia de sobrevivencia de *X. wendlandii* contempla un crecimiento y desarrollo rápido, en menos de 6 meses completó su ciclo de vida, incluyendo la floración (Figura 11), seguido de *X. mexicanum*; además son plantas de porte pequeño y los productos de la fotosíntesis los utilizan para la formación de numerosos cormelos globosos que brotan cuando las condiciones son favorables.



La precocidad es una característica muy valiosa deseada en los principales cultivares, permite el desarrollo de las plantas en cortos períodos de tiempo, con lo que se reducirían los gastos en insumos, mano de obra y sobre todo riego. Cultivares precoces se demandan en zonas tradicionales de Masaya, Carazo, Granada, donde los campesinos han dejado de sembrar quequisque porque el período lluvioso se ha disminuido.

Las accesiones *X. spp* produjeron estolones, en cambio las accesiones cultivadas *X. sagittifolium* y *X. violaceum* produjeron cormelos. Según López *et al.* (1993) los cormelos constituyen la parte comestible de mayor calidad, son la parte útil de la planta.

De las veinte accesiones evaluadas, seis accesiones florecieron, de las cuales cuatro *X. spp* prosiguieron su desarrollo (4835, 4836, 4841 y 4848), a excepción de *X. wendlandii* (4805) y *X. mexicanum* (4821) las cuales durante el proceso de floración detienen su crecimiento. Esto podría indicar que no siempre durante el proceso de floración se detiene el crecimiento de algunas accesiones. Sin embargo otras accesiones no florecieron pero su crecimiento se detuvo entre los 150-210 dds. Otro resultado interesante es que ninguna de las accesiones cultivadas floreció. Este último aspecto es de suma importancia si se quiere establecer trabajos de mejoramiento de estas variedades cultivadas.

El color de la pulpa de cormos y estructuras subterráneas en la mayoría de las accesiones es blanco. También se encontraron tonalidades rosado bajo, amarillo y amarillo oro (Cuadro 4). López *et al.* (1995) plantea que el color de la pulpa en *Xanthosoma* es por lo general blanco pero que puede ser amarilla, púrpura o rosado bajo. Cabe destacar que el nombre del género *Xanthosoma* viene del griego Xanthos: amarillo. Según estudios realizados en Camerún por Tambong *et al.* (1997) las accesiones con masa de coloración amarillas presentan tolerancias al mal seco. De ser así algunas de las accesiones silvestres incluidas en este estudio y que presentan esta característica podrían ser fuente de genes de resistencia a dicha enfermedad.

Las nervaduras del envés de la hoja, pecíolo, parte basal del pecíolo y color del pseudotallo en la mayoría de las accesiones fueron de color verde bajo a verde y muy pocas color fucsia (Cuadro 6). El color de la lámina de la hoja por el haz no fue un carácter variable en las accesiones ya que todas presentaron color verde, sin embargo la accesión 4016 (*X. atrovirens*) presentó una combinación de verde con manchas blancas, por esta característica y su llamativo color es utilizada como planta ornamental.

En el caso de la incidencia del DsMV aunque no todas las accesiones mostraron síntomas visibles, se demostró con las pruebas ELISA, que todas las accesiones eran portadoras del virus. Reyes *et al.* (2006) reportan que los síntomas del DsMV aparecen y desaparecen durante el ciclo del cultivo, razón por la cual no las observaciones de campo podrían inducir errores y declarar accesiones libres de la enfermedad, estando efectivamente infectadas.

El análisis de conglomerado (Figura 10) sugiere que existen relaciones de parentesco entre las 20 accesiones. En la formación de los grupos fueron determinante: forma de estructura subterránea, forma de la hoja, color de la pulpa del cormo y estructuras subterráneas, color del pseudotallo; lo que se demuestra con la agrupación de especies silvestres (*X. spp.*) y cultivadas (*X. sagittifolium* y *X. violaceum*) que se ubicaron en la misma escala de caracterización (Cuadro 8 anexo). Según IPGRI, 2003 estos caracteres están pocos influenciados por el ambiente y están determinados por pocos genes lo que los hace más estable y por tanto más útiles en la caracterización de las accesiones. Las accesiones *X. wendlandii* y *X. mexicanum* presentan características similares en el color de la pulpa del cormo, altura de planta, número de estructuras subterráneas y fenología. Según García (2007) las estructuras subterráneas de estas accesiones experimentan un período de dormancia hasta reiniciar su ciclo en el siguiente período lluvioso, lo que explica la relación de parentesco y su ubicación en un grupo aparte en el presente estudio.

Los estudios de premejora en *Xanthosoma* deben dirigirse a la búsqueda de variantes genéticas que presenten resistencia a daños causados por plagas y a factores abióticos como reducción del periodo lluvioso (Reyes *et al.*, 2006).

Los resultados de este trabajo reafirma la importancia de la conservación de la diversidad genética del género *Xanthosoma* y la posibilidad de hacer uso de esta reserva genética para enfrentar las amenazas en contra de la producción y supervivencia de este importante rubro así como garantizar ese alimento en la dieta de los nicaragüenses.

## V CONCLUSIONES

- Existe variabilidad morfológica entre las veinte accesiones evaluadas. Esta variabilidad es un potencial para ser utilizado en un programa de mejoramiento genético de variedades cultivadas con resistencia a plagas y a los cambios climáticos.
- Los caracteres morfológicos cualitativos y cuantitativos contribuyeron al análisis de agrupamiento inter e intraespecífico de las accesiones caracterizadas.
- Según pruebas ELISA todas las accesiones estaban infectadas con DsMV, aunque las accesiones silvestres no manifestaron síntomas en campo.
- El dendograma de relación de parentesco conformó dos grupos, uno integrado por *X. wendlandii* y *X. mexicanum*. El segundo grupo conformado por dos sub-grupos (*X. violaceum*, *X. sagittifolium*, *X. spp.* y *X. atrovirens*).
- El catálogo fotográfico de las accesiones caracterizadas evidencia el trabajo realizado y reafirma la diversidad genética existente en las especies *Xanthosoma* evaluadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Emplear marcadores de ADN para profundizar en la caracterización de las accesiones del banco de germoplasma de género *Xanthosoma* colectado en Nicaragua.
- Realizar estudios citológicos para determinar la relación entre y dentro de estos grupos.
- Estudiar posibles cruces inter e intraespecíficos entre accesiones silvestres y cultivadas o cultivadas con cultivadas usando técnicas biotecnológicas y convencionales.
- Iniciar estudios de búsqueda de genes de resistencia a las principales plagas, enfermedades y condiciones abióticas adversas del quequisque en las accesiones del banco de germoplasma.
- Completar el catálogo fotográfico.

## VII. LITERATURA CITADA

- **ADIOBO, A.** 2006. Biological control of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott) root rot disease caused by *Pythium myriotylum* Dresh: Importance of soil organic matter content and cultural practices. PhD Thesis.
- **CEI (CENTRO DE EXPORTACIONES E INVESTIGACIONES DE NICARAGUA).** 2005. Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: Exportaciones Enero-Diciembre 2004.
- **GÓMEZ, L.** 1993. El Mal Seco del tiquizque. In: Taller aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejibaye. Universidad de Costa Rica- Centro Internacional de Investigaciones Para el Desarrollo. San José, CR. (Resúmenes). 23p.
- **FRANCO, T. L. Y HIDALGO, R. (eds.).** 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89p.
- **IBPGR (INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES).** 1989. Descriptors for *Xanthosoma.*, Rome ISBN 92-9043-132-6. 30p.
- **INTA (INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA),** 2000. Cultivo del quequisque. Guía Tecnológica No 24. 22p.
- **LÓPEZ, M., VÁSQUEZ, E. Y LÓPEZ, F.** 1995. Raíces y tubérculos. Pueblos y Educación, Universidad Central de Las Villas, Cuba.
- **MAGFOR (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y FORESTAL)** 2003-2004. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- **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.
- **MILIAN, 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.
- **NZIETCHENG, S.** 1983. La pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroon; 1. Symptomatologie et etiologie de la maladie. Agronomie tropicale 38, 321-325.
- **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). 260P.
- **PERNEEL, M.** 2006. The root pathogen *Pythium myriotylum* on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L. Schott). Intraespecific variability and biological control. PhD Thesis. Ghent University, Belgium.
- **REYES, G.** 2006. Studies on cocoyam (*Xanthosoma spp*) in Nicaragua with emphasis on *Dasheen mosaic virus*. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

- **REYES, G. Y AGUILAR, M.** 2005. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.). Guía Técnica No. 8. 20 pp.
- **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.
- **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.
- **SABORIO, F., UMAÑA, G., SOLANO, W., UREÑA, G., HIDALGO, N. Y BRENES, A.** 2004 a. Mejoramiento genético del tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*; *Xanthosoma violaceum*) contra el Mal Seco. Memoria REDBIO 2004. (Talleres. [www.redbio.org.21-sep-2005](http://www.redbio.org.21-sep-2005)).
- **TORRES, S; GÓMEZ, L Y SABORIO, F.** 1999. Comportamiento en el campo de siete genotipos de tiquisque (*Xanthosoma Spp*), propagado 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 Golsworthy & N.M. Fisher). Jhon Wiley and Sons Ltd. New Cork, London.
- **GARCIA, C.** 2007, Colecta y establecimiento de banco de germoplasma en colección viva e *in vitro* del genero *xanthosoma* en Nicaragua.

## ANEXOS

**Cuadro 7.** Agrupación de las accesiones en escalas de los descriptores morfológicos cuantitativos.

<b>Caracteres Cuantitativos</b>	<b>Escala</b>	<b>%</b>	<b>Accesiones</b>
ALPTA	1	5	4805
	2	5	4821
	3	25	4816*, 4826*, 4830, 4847, 4869*
	4	35	4808*, 4820*, 4829, 4832, 4843, 4846*, 4859
	5	30	4815*, 4835, 4836, 4841, 4848, 4858
DIATA	1	20	4805, 4821, 4830, 4859
	2	55	4808*, 4815*, 4816*, 4820*, 4826*, 4829, 4836, 4841, 4846*, 4847, 4869*
	3	25	4832, 4835, 4848, 4858, 4843
N°HOJA	1	0	
	2	60	4805, 4808*, 4826*, 4829, 4830, 4832, 4843, 4846*, 4847, 4859, 4869*, 4821
	3	40	4815*, 4816*, 4820*, 4835, 4836, 4841, 4848, 4858
ANHOJA	1	0	
	2	10	4805, 4821
	3	15	4826*, 4830, 4847
	4	20	4815*, 4816*, 4820*, 4859
	5	55	4808*, 4829, 4832, 4835, 4836, 4841, 4843, 4846*, 4848, 4869*, 4858
L.HOJA	1	0	
	2	30	4805, 4816*, 4821, 4830, 4847, 4859
	3	30	4808*, 4815*, 4820*, 4826*, 4829, 4869*
	4	15	4836, 4841, 4846*
	5	25	4832, 4835, 4843, 4848, 4858
N°HIJOS	1	80	4805, 4808*, 4815*, 4816*, 4820*, 4821, 4826*, 4830, 4832, 4835, 4836, 4843, 4847, 4848, 4859, 4869*
	2	15	4829, 4841, 4846*
	3	5	4858
	4	0	
	5	0	
PCORMO	1	30	4805, 4816*, 4821, 4847, 4859, 4869*
	2	15	4820*, 4830, 4832
	3	25	4826*, 4929, 4835, 4836, 4846*
	4	30	4808*, 4815*, 4841, 4843, 4848, 4858



DCORMO	1	5	4821
	2	50	4805, 4815*, 4816*, 4826*, 4829, 4832, 4836, 4847, 4859, 4869*
	3	45	4808*, 4820*, 4830, 4835, 4841, 4843, 4846*, 4848, 4858
LONCORMO	1	5	4805
	2	35	4816*, 4820*, 4821, 4826*, 4847, 4859, 4869*
	3	60	4808*, 4815*, 4829, 4830, 4832, 4835, 4836, 4841, 4843, 4846*, 4848, 4858
	4	0	
N°YEMAS (CORMO)	1	5	4836
	2	35	4805, 4815*, 4816*, 4821, 4832, 4847, 4869*
	3	50	4808*, 4820*, 4826*, 4830, 4835, 4841, 4843, 4846*, 4848, 4859
	4	10	4829, 4858
COSEC	1	50	4805, 4808*, 4815*, 4821, 4826*, 4830, 4843, 4847, 4859, 4869*
	2	30	4816*, 4820*, 4829, 4832, 4846*, 4858
	3	20	4835, 4836, 4841, 4848
	4	0	
	5	0	
NUESSUB	1	20	4815*, 4847, 4869*
	2	55	4826*, 4830, 4832, 4835, 4836, 4841, 4843, 4846*, 4848, 4858, 4859
	3	25	4805, 4808*, 4820*, 4821, 4829
PESSUB	1	40	4805, 4815*, 4820*, 4821, 4826*, 4843, 4846*,
	2	45	4808*, 4830, 4832, 4835, 4836, 4841, 4847, 4859, 4869*
	3	10	4848, 4858
	4	5	4829
DESUB	1	35	4805, 4820*, 4821, 4830, 4832, 4859
	2	25	4808*, 4826*, 4841, 4847, 4869*
	3	40	4815*, 4829, 4835, 4836, 4843, 4846*, 4848, 4858
LONESSUB	1	35	4805, 4820*, 4821, 4830, 4832, 4859
	2	15	4815*, 4826*, 4848
	3	35	4808*, 4829, 4835, 4836, 4843, 4846*, 4858
	4	0	
	5	15	4869*, 4847, 4841

N°YEMAS	1	30	4805, 4821, 4830, 4832, 4859
(CORMELO)	2	25	4808*, 4815*, 4820*, 4826*, 4836
	3	25	4829, 4835, 4846*, 4848, 4858
	4	20	4841, 4869*, 4847, 4843
%	1	65	4835, 4816*, 4836, 4832, 4843, 4858, 4841, 4846*, 4830,
MATSECORMO			4821, 4859, 4847, 4829
	2	30	4869*, 4820*, 4815*, 4848, 4808*, 4826*
	3	5	4805
% MATSEESSUB	1	75	4869*, 4820*, 4815*, 4808*, 4846*, 4826*, 4832, 4848,
			4843, 4858, 4830, 4836, 4847, 4859
	2	10	4835, 4830
	3		4805, 4821

---

\*Accesiones cultivadas

**Cuadro 8.** Agrupación de las accesiones en escalas de los descriptores morfológicos cualitativos

Caracteres	Escala	%	Accesiones
COCORMO	1	5	4858
	2	40	4829, 4826*, 4836, 4815*, 4835, 4847, 4830, 4816*
	3	10	4846*, 4841
	4	10	4808*, 4843
	5	0	
	6	5	4820*
	7	0	
	8	15	4830, 4869*, 4848
	9	15	4821, 4805, 4859
	10	5	
	11	0	
	12	0	
COESSUB	1	5	4858
	2	35	4829, 4826*, 4830, 4832, 4836, 4835, 4847
	3	10	4846*, 4841
	4	20	4808*, 4820*, 4815*, 4869*
	5	5	4843
	6	0	
	7	0	
	8	5	4848
	9	15	4805, 4821, 4859
	10	0	
	11	0	
	12	0	
COPECI	1	0	
	2	0	
	3	15	4847, 4826*, 4843
	4	0	
	5	0	
	6	5	4808*
	7	75	4829, 4816*, 4846*, 4820*, 4830, 4859, 4821, 4869*, 4848, 4815*, 4835, 4836, 4841, 4858, 4805
	8	0	
	9	0	
	10	5	4832
	11	0	
	12	0	
CONERENV	1	0	

	2	0	
	3	70	4829, 4820*, 4808*, 4830, 4859, 4869*, 4847, 4848, 4815*, 4835, 4836, 4841, 4858, 4826*
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	25	4816*, 4846*, 4821, 4843, 4805
	8	0	
	9	0	
	10	0	
	11	5	4832
	12	0	
COPABAPECI	1	0	
	2	0	
	3	30	4816, 4846*, 4820*, 4859, 4841, 4826*
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	55	4808*, 4830, 4821, 4869*, 4847, 4848, 4815*, 4835, 4836, 4858, 4805
	8	0	
	9	0	
	10	0	
	11	15	4829, 4832, 4843
	12	0	
COHOHAZ	1	0	
	2	0	
	3	0	
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	100	4805, 4808*, 4815*, 4816, 4820*, 4821, 4826*, 4829, 4830, 4832, 4835, 4836, 4841, 4843, 4846*, 4847, 4848, 4858, 4859, 4869*
	8	0	
	9	0	
	10	0	
	11	0	
	12	0	

COSPTALL	1	0	
	2	0	
	3	35	4805, 4815*, 4820*, 4858, 4846*, 4847, 4848
	4	0	
	5	0	
	6	0	
	7	45	4832, 4835, 4836, 4816, 4821, 4829, 4830, 4841, 4859
	8	0	
	9	0	
	10	20	4843, 4869*, 4826*, 4808*
	11	0	
	12	0	
FHOJ	1	40	4815*, 4826*, 4830, 4832, 4835, 4836, 4847, 4848
	2	55	4808*, 4816, 4820*, 4821, 4829, 4841, 4843, 4846*, 4858, 4859, 4869*
	3	5	4805
TRAS	1	20	4816*, 4859, 4836, 4858
	2	80	4829, 4846*, 4820*, 4808*, 4830, 4821, 4869*, 4847, 4843, 4848, 4815*, 4835, 4841, 4826*, 4832, 4805
INI	1	40	4805, 4820*, 4859, 4821, 4847, 4848, 4835, 4836, 4858
	2	60	4829, 4816*, 4846*, 4808*, 4869*, 4843, 4815*, 4841, 4826*, 4832, 4830
ANGU	1	40	4816*, 4846*, 4808*, 4830, 4847, 4835, 4836, 4859
	2	50	4829, 4820*, 4821, 4815*, 4841, 4858, 4826*, 4832, 4805, 4843
	3	10	4869*, 4848
PRESCE	1	90	4829, 4816*, 4846*, 4820*, 4808*, 4830, 4859, 4847, 4848, 4815*, 4835, 4836, 4841, 4858, 4826*, 4832, 4843, 4969*
	2	10	4821, 4805

FOCORMO	1	40	4829, 4858, 4820*, 4846*, 4826*, 4869*, 4835, 4847
	2	25	4841, 4859, 4830, 4836, 4816*
	3	20	4848, 4815*, 4843, 4832
	4	15	4821, 4805, 4808*
FOESSUB	1	15	4821, 4805, 4847
	2	30	4808*, 4820*, 4869*, 4846*, 4826*, 4815*
	5	50	4829, 4858, 4841, 4830, 4832, 4843, 4836, 4835, 4848, 4859
FLO	1	70	4808*, 4815*, 4816*, 4820*, 4826*, 4829, 4830, 4832, 4843, 4846*, 4847, 4858, 4859, 4869*
	2	30	4805, 4821, 4835, 4836, 4841, 4848

---

\* Especies cultivadas

**Cuadro 9.** ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes a los datos de atura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas, ancho y largo de hojas (cm) de las accesiones evaluadas 90 dds.

Accesión	ALPTA	DTLL	NHOJAS	AHOJAS	LHOJAS					
4805	34.26	ab	3.10	ab	4.33	cdef	13.20	bcde	19.73	abc
4808*	30.66	abc	2.63	bcd	4.13	cdefg	13.60	abcde	13.73	efg
4815*	28.13	cde	2.74	bc	4.13	cdefg	12.53	cde	13.13	fg
4816*	21.86	f	1.66	e	3.93	defg	11.80	de	9.86	g
4820*	28.66	bcd	1.88	cde	4.40	bcdef	13.00	bcde	14.86	def
4821	13.13	h	2.08	cde	3.73	efg	10.13	e	16.26	cdef
4826*	19.20	g	1.54	e	4.53	bcdef	11.46	e	13.26	efg
4829	22.20	efg	2.13	cde	4.66	bcd	12.60	cde	13.73	ef
4830	20.53	g	1.79	de	4.06	cdefg	12.00	de	14.86	def
4832	35.53	a	2.54	bcde	4.53	bcde	17.73	a	19.80	abc
4835	33.86	ab	2.58	bcde	5.33	ab	16.53	abc	20.40	ab
4836	29.73	bc	3.06	b	4.67	bcd	15.86	abc	17.33	bcde
4841	26.06	cde	1.90	cde	4.86	abc	16.73	ab	18.73	abcd
4843	28.53	bcd	3.91	a	5.66	a	17.00	ab	18.06	bcd
4846*	33.13	abc	2.48	bcde	3.86	defg	16.80	ab	17.13	bcde
4847	20.46	g	1.58	e	3.13	g	10.26	e	12.26	g
4848	33.73	abc	2.73	bc	5.20	abc	16.00	abcd	22.20	a
4858	19.13	g	2.01	cde	4.53	bcde	15.53	abcd	13.60	ef
4859	23.00	defg	2.00	cde	3.33	fg	10.93	e	12.66	fg
4869*	29.20	bc	1.75	de	4.00	cdefg	12.00	cde	11.33	g

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

**Cuadro 10.** ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes a los datos de atura de planta 210 dds

Accesiones	ALPTA
4808*	131.60 bcd
4815*	151.00 bc
4816*	100.60 cdefg
4820*	128.40 bcdef
4821	45.00 defg
4826*	90.40 defg
4829	123.00 bcde
4830	80.00 defg
4832	105.20 cdefg
4835	153.00 bc
4836	215.40 a
4841	179.00 ab
4843	143.00 bcd
4846*	136.60 bcd
4847	68.00 efg
4848	157.20 bc
4858	160.00 abc
4859	108.00 cdef
4869*	66.00 fg

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

**Cuadro 11.** ANDEVA y. categorías estadísticas resultantes a los datos numero de estructuras subterráneas, peso de estructura subterránea (g), diámetro de estructura subterránea (cm), longitud de estructura subterránea y numero de yemas de las accesiones evaluadas. Cosecha

Acce	NUESSUB	PEESSUB	DESSUB	LOESSUB	Nyemas					
4805	13.20	bc	369.20	g	2.00	d	3.20	g	0.00	f
4808*	9.20	bcd	562.32	c	3.52	bc	14.20	cde	7.80	de
4815*	3.40	de	335.12	de	5.00	b	8.20	def	6.00	de
4816*	0.00	e	0.00	f	0.00	c	0.00	f	0.00	f
4820*	8.60	bcd	34.08	g	1.20	c	2.98	f	4.10	ef
4821	71.40	a	181.76	ef	0.80	c	1.10	f	0.00	f
4826*	5.60	cde	107.92	fg	3.40	bc	6.40	de	4.00	ef
4829	14.20	b	1238.24	a	5.46	b	13.60	cde	8.60	c
4830	5.20	de	568.00	g	4.00	d	19.00	g	0.00	f
4832	7.00	bcde	454.40	fg	0.60	d	2.30	f	1.00	f
4835	4.60	cde	585.04	c	5.70	b	16.20	cde	10.00	bcd
4836	7.40	bcde	516.88	c	4.60	bc	17.60	cd	6.60	de
4841	7.20	bcde	482.80	cd	2.54	bc	33.20	b	12.00	bc
4843	8.00	bce	244.24	ef	9.60	a	19.20	c	3.80	b
4846*	7.40	bcde	204.48	efg	4.64	bc	14.40	cde	7.40	de
4847	3.80	de	460.08	cd	2.16	bc	48.80	a	18.60	a
4848	5.60	cde	817.92	b	4.48	bc	9.30	cdef	6.60	de
4858	7.20	bcde	886.08	b	4.84	b	13.60	cde	9.20	cd
4859	5.00	cde	511.20	g	2.10	d	10.00	g	0.00	f
4869*	2.60	de	443.04	cd	3.50	bc	30.00	b	12.20	bc

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





“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CATÁLOGO FOTOGRÁFICO LAS VEINTE ACCESIONES DEL BANCO DE  
GERMOPLASMA DEL GÉNERO *XANTHOSOMA* CARACTERIZADAS EN ESTE  
ESTUDIO

AUTORES

Br. DANALYS ITZAYANA MORENO MORENO

Br. ANA CELINA SUÁREZ CALDERÓN


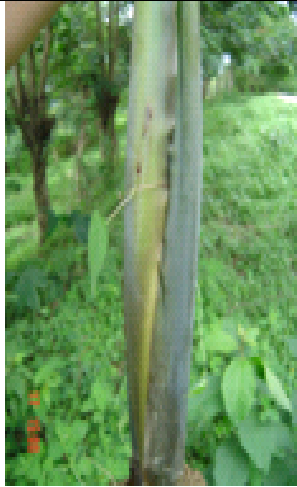





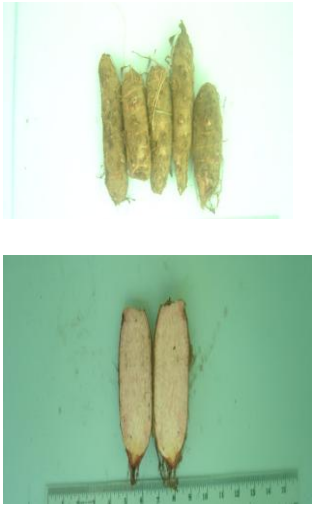
ASESORES

Dr. GUILLERMO REYES CASTRO

Ing. Agr. ENA MABEL RIVERS CARCACHE

MANAGUA, NICARAGUA

AGOSTO

código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4805					
4808					

código Hoja

Pseudotallo

Cormos

Forma y color de estructura subterránea

flor






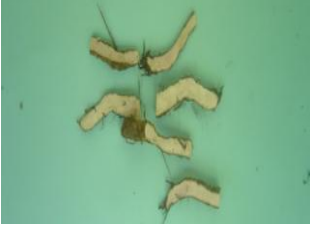




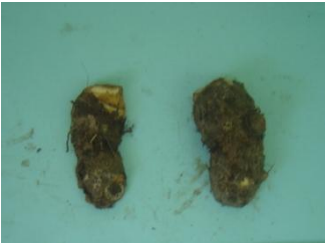

4843



4841





código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4829			 	 	
4846			 	 	

código Hoja

Pseudotallo

Cormos

Forma y color de estructura subterránea

flor











4858













4832




















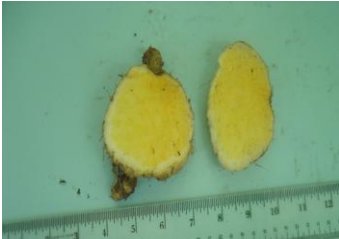


código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4835					
4836					







código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4848					
4815					

código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4820					
4830					



Código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4859			 		
4821			 		

código	Hoja	Pseudotallo	Cormos	Forma y color de estructura subterránea	flor
4826					
4847	