



“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

**Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible**

**Trabajo de Tesis**

**Comportamiento de 50 accesiones de  
malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)  
introducidas y seis naturalizadas en cuatro  
zonas de Nicaragua, 2011-2016**

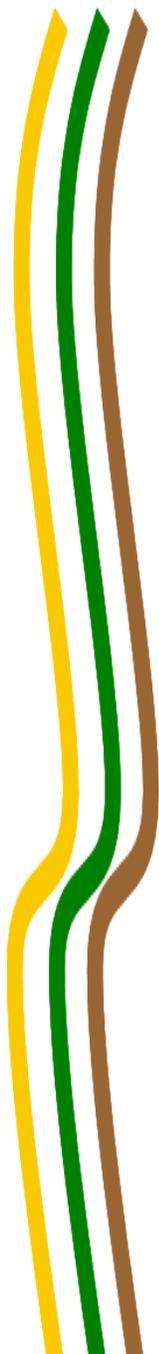
**Autor**

**Ing. Agr. Rosario del Socorro García Loáisiga**

**Asesores**

**MSc. Heeidy Guadalupe Corea Narváez  
PhD. Guillermo del Carmen Reyes Castro**

**Managua, Nicaragua  
Diciembre, 2020**





“Por un Desarrollo  
Agrario  
Integral y Sostenible”

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE AGRONOMÍA

**Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible**

### Trabajo de Tesis

**Comportamiento de 50 accesiones de  
malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)  
introducidas y seis naturalizadas en cuatro  
zonas de Nicaragua, 2011-2016**

**Autor**

**Ing. Agr. Rosario del Socorro García Loáisiga**

**Asesores**

**MSc. Heeidy Guadalupe Corea Narváez  
PhD. Guillermo del Carmen Reyes Castro**

Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para optar al grado  
de Maestro en Ciencias

**Managua, Nicaragua  
Diciembre, 2020**



Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Maestro en Agroecología y Desarrollo Sostenible***

---

Miembros del Tribunal Examinador

---

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

A Dios padre todo poderoso

A mis padres Estela Anselma Loáisiga Castillo y Francisco José García Méndez por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Francisco y Angélica García Loáisiga.

**Ing. Rosario del Socorro García Loáisiga**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis asesores MSc. Heidy Corea y Dr. Guillermo del Carmen Reyes Castro por su amistad incondicional, apoyo, confianza y transmitir sus conocimientos para poder elaborar la tesis.

A los tesistas e ingenieros que apoyaron en la ejecución de los ensayos durante el proyecto: Yordi Casco, Isabella, Alexa Hodson, Melky, Ing. Ena Rivers, Ing. Tania Vanessa Guatemala, Ing. Sharon Bustamante, Ing. Amaru Hernández, e Ing. Kenneth José Góngora.

Al MSc. Álvaro Benavidez González por su disposición y ayuda en la realización de los análisis estadísticos.

A mis amigos y compañeros de trabajo Sra. Urania Ruíz, MSc. Danesa Ramírez y MSc. Eliézer Lanuza por su amistad, y consejos de motivación.

A los agricultores Donald Poveda, Carlos Langrand y a la Universidad FAREM-UNAN-Matagalpa por proporcionar sus fincas para realizar los ensayos de campo.

Al proyecto Adapting clonally propagated crops to climatic and commercial changes, organizado por el International Network for Edible Aroids, financiado por la Unión Europea.

A la UNA y docentes del programa de maestría por la oportunidad de realizar y culminar la maestría.

**Ing. Rosario del Socorro García Loáisiga**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	v
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
3.1 Diseño metodológico de la investigación	4
3.2 Etapa I. Introducción, establecimiento y caracterización de las accesiones introducidas y naturalizadas	4
3.2.1 Ubicación geográfica de los ensayos establecidos	4
3.2.2 Condiciones climáticas	5
3.2.3 Procedencia de las accesiones	6
3.2.4 Manejo agronómico	8
3.2.5 Variables evaluadas	9
3.2.6 Análisis de datos	10
3.2.7 Catálogo de accesiones de malanga introducidas y naturalizadas	11
3.2.8 Calidad organoléptica de accesiones de malanga	12
3.3 Etapa II. Selección y comportamiento agronómico de accesiones promisorias de malanga en Matagalpa y Boaco	13
3.3.1 Ubicación geográfica de los estudios	13
3.3.2 Condiciones climáticas	13
3.3.3 Material vegetal	13
3.3.4 Diseño metodológico	14
3.3.5 Variables evaluadas	14
3.3.6 Análisis de datos	15

3.4	Etapa III. Conservación de las accesiones en bancos de germoplasma en campo y banco de germoplasma <i>in vitro</i>	16
3.4.1	Banco de germoplasma en campo	16
3.4.2	Banco de germoplasma <i>in vitro</i>	17
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>19</b>
4.1	Introducción, establecimiento y caracterización de las accesiones introducidas y naturalizadas	19
4.1.1	Morfología de 32 accesiones introducidas y seis naturalizados de malanga en Boaco, León, Managua y Matagalpa	19
4.1.2	Caracterización de 32 accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga, en la finca El Plantel-UNA, Managua 2014	26
4.1.3	Catálogo de 31 accesiones de malanga introducidas y naturalizadas	29
4.1.4	Calidad organoléptica de accesiones de malanga	30
4.2	comportamiento agronómico de accesiones promisorios de malanga en Matagalpa y Boaco	32
4.2.1	Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorias de malanga ( <i>Colocasia esculenta</i> (L) Schott) FAREM, Matagalpa	32
4.2.2.	Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorias de malanga ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) La Florida, Boaco	34
4.3	Conservación de las accesiones en bancos de germoplasma en campo y banco de germoplasma <i>in vitro</i>	36
4.3.1	Banco de germoplasma en campo	37
4.3.2	Banco de germoplasma <i>in vitro</i>	38
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>42</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>43</b>
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>44</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>48</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Precipitaciones acumuladas (mm) y temperatura mínima y máxima promedio (°C) registradas en Boaco (2012 y 2016), León (2013), Managua (2014 y 2016) y Matagalpa (2015 y 2016), durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizadas.	6
2. Accesiones de malanga ( <i>Colocasia esculenta</i> L. Schott) introducidas desde Secretariat of the Pacific community (SPC), Islas Fiji, 2011 y accesiones naturalizadas con sus características.	6
3. Variables morfológicas evaluadas en 32 accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga en ensayos establecidos en Boaco (2012 y 2016), León (2013), Managua (2014), Matagalpa (2015 y 2016), durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga.	8
4. Variables en catálogo con 31 accesiones introducidas y naturalizadas de malanga establecidos en la finca El Plantel-UNA, Managua, 2014.	10
5. Precipitaciones acumuladas (mm) y temperatura mínima y máxima promedio (°C) registradas en Boaco 2016 y Matagalpa 2015 – 2016, durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizados.	13
6. Código de accesiones, origen y número de plantas establecidas en el ensayo de selección y adaptación en FAREM Matagalpa y Boaco 2016.	14
7. Variables de rendimiento evaluadas al momento de la cosecha en 32 accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga.	15
8. Código y origen de las accesiones establecidas en banco de germoplasma en campo en INTA-CENIA, 2016.	16
9. Código y origen de las accesiones establecidas en banco de germoplasma <i>in vitro</i> en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Facultad de Agronomía de la UNA, 2016.	18
10. Promedios de altura de planta (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas a los 101 dds en Boaco, 161 dds en León, 134 dds en Managua y 106 dds en Matagalpa.	19
11. Promedios de diámetro de pseudotallo (cm), número de hojas y número de hijos de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas a los 101 dds en Boaco, 161 dds en León, 134 dds en Managua y 106 dds en Matagalpa.	22

12.	Promedios de rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas al momento de la cosecha a los 186 dds en Managua y 195 dds en Matagalpa	24
13.	Accesiones de malanga con valores de textura, sabor, olor, aroma y EQS, de encuesta realizada en finca Buena Vista (FAREM-UNAN-Matagalpa) 2015.	30
14.	Análisis de varianza de largo, ancho y peso de cormo, número de estructuras de reproducción y peso de estructuras de reproducción evaluados al momento de la cosecha (240 dds) en el estudio Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorios de malanga FAREM, Matagalpa.	34
15.	Análisis de varianza de largo, ancho y peso de cormo, número de estructuras de reproducción y peso de estructuras de reproducción evaluados al momento de la cosecha (238 dds) en el estudio Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorios de malanga La Florida, Boaco	36
16.	Accesiones establecidas en banco de germoplasma en INTA-CENIA y plantas totales por accesión a los 234 dds.	37
17.	Accesiones establecidas <i>in vitro</i> en medio de multiplicación y plantas totales por accesión después de siete meses, en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Facultad de Agronomía de la UNA.	38

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de Nicaragua con ubicación de los ensayos establecidos en Boaco, León, Managua y Matagalpa con las accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizadas,	5
2. Formato utilizado para presentar los caracteres cualitativos y cuantitativos en catálogo de 31 accesiones evaluadas en la finca El Plantel-UNA, Managua, 2014	11
3. Proceso de establecimiento <i>in vitro</i> de las accesiones del anco de germoplasma de malanga, (a.) Plantas de malanga procedentes de los ensayos en campo (b.) y (c.) Preparación y desinfección de las accesiones de malanga, (d.) y (e.) accesiones de malanga establecidas en medio MS.	17
4. Proporción de altura de planta de 32 accesiones y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías altas, medianas y pequeñas a los 134 dds.	26
5. Proporción de floración de 32 accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014.	27
6. Proporción de peso de cormo de 32 accesiones introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías largas, intermedias y cortas a los 186 dds.	28
7. Proporción de largo de cormo de 32 accesiones introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías largas, intermedias y cortas a los 186 dds.	29
8. Altura de planta (cm), diámetro de pseudotallo (cm), área foliar (cm <sup>2</sup> ), número de hojas y número de hijos evaluados a los 75, 217 y 273 dds en el estudio Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorias de malanga ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) FAREM, Matagalpa.	33
9. Altura de planta (cm), área foliar (cm <sup>2</sup> ), diámetro de pseudotallo (cm), número de hojas y número de hijos evaluados a los 114 y 218 dds en el estudio Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorias de malanga ( <i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) en La Florida, Boaco.	35
10. Proceso de multiplicación de plantas y conservación en cuarto de crecimiento. (a.) Plantas <i>in vitro</i> de accesiones de malanga establecidas en medio MS. (b.) Preparación de accesiones de malanga para su limpieza (c.) Corte y limpieza del material vegetal (d.)	

Accesiones de malanga sembradas para su conservación. (e.) Banco de germoplasma de las accesiones de malanga en el cuarto de crecimiento.

---

39

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Etapas en que se desarrolló la investigación de evaluación de accesiones de malanga procedentes del SPC, en cuatro zonas de Nicaragua 2011-2016.	48
2.	Accesiones de malanga <i>in vitro</i> recibidas procedentes del SPC y aclimatadas en bolsas de propileno con sustrato en el vivero UNA.	48
3.	Formato de encuesta para evaluación de la calidad organoléptica de las diferentes accesiones de malanga.	49
4.	Catálogo de 31 accesiones de malanga introducidas y naturalizadas en Nicaragua.	50

## RESUMEN

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) es originaria del sureste y el Pacífico asiático. Es un cultivo que ha venido adquiriendo una fuerte importancia como cultivo exportador estimulado por los buenos precios debido a la demanda permanente en los mercados internacionales. En 2011 se recibieron 50 accesiones de malanga provenientes del banco de germoplasma de Secretariat of Pacific Countries (SPC, siglas en inglés). En el estudio se evaluó el comportamiento de 50 accesiones de malanga introducidas y seis naturalizadas en cuatro zonas de Nicaragua. Se realizó en tres etapas: la etapa I consistió en el establecimiento de las accesiones introducidas en cuatro zonas del país de las que se realizaron ensayos de caracterización morfológica, de calidad organoléptica y de rendimiento. En la etapa II se seleccionó y evaluó el comportamiento agronómico de accesiones promisorias de malanga en Matagalpa y Boaco. La etapa III consistió en la conservación de las accesiones en bancos de germoplasma en campo e *in vitro*. En la Etapa de introducción sobrevivieron 32 accesiones. Hubo diferencias significativas entre las accesiones en las variables morfológicas en las cuatro zonas estudiadas. Hubo diferencias significativas en rendimiento entre las accesiones en Managua y Matagalpa. 25% de las accesiones florecieron naturalmente y 75% restante no produjo inflorescencia. Se elaboró un catálogo donde se muestran las características de 31 accesiones de malanga. BLSM158, BLPNG03, BLSM151, León1, y BLHW26 obtuvieron altos valores en calidad organoléptica. En la Etapa II, en Matagalpa BLHW26 registró la mayor altura de planta en todas las evaluaciones. Hubo diferencias estadísticas entre las accesiones en las variables de rendimiento, BLHW26 fue estadísticamente superior en las variables de rendimiento. En Boaco BLSM157 sobresalió en tres de las variables morfológicas evaluadas. No hubo diferencias estadísticas entre las accesiones en ancho y peso de cormo. En la Etapa III, se conservaron 30 accesiones en banco de germoplasma en campo con 1077 plantas totales y 21 accesiones en banco de germoplasma *in vitro* con 710 plantas totales.

Palabras claves: Cambio climático, caracterización, calidad organoléptica, banco de germoplasma

## ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) is native from Southeast and Asian Pacific. It is a crop that has been acquiring a strong importance as an export crop stimulated by good prices due to the permanent demand in international markets. In 2011, 50 taro accessions were received from the Secretariat of Pacific Countries (SPC) germplasm bank. The study evaluated the performance of 50 introduced and six naturalized taro accessions in four areas of Nicaragua. It was carried out in three stages: stage I the establishment of the introduced accessions in four areas of the country, morphological characterization, organoleptic quality and yield were evaluated. In stage II, the agronomic behavior of promising taro accessions in Matagalpa and Boaco was selected and evaluated. In stage III consisted of the conservation of the accessions in field and *in vitro* germplasm banks. In the introduction stage 32 accessions survived. There were significant differences between the accessions in the morphological variables in the four areas studied. There were significant differences in yield between the accessions in Managua and Matagalpa. 25% of the accessions flowered naturally and the remaining 75% did not produce inflorescence. A catalog was drawn up showing the characteristics of 31 taro accessions. BLSM158, BLPNG03, BLSM151, León1, and BLHW26 obtained high values in organoleptic quality. In Stage II, in Matagalpa BLHW26 registered the highest plant height in all evaluations. There were statistical differences between the accessions in the performance variables, BLHW26 was statistically superior in the performance variables. In Boaco BLSM157 it excelled in three of the morphological variables evaluated. There were no statistical differences between the accessions in width and weight corm. In Stage III, 30 accessions were conserved in the field germplasm bank with 1077 total plants and 21 accessions in the *in vitro* germplasm bank with 710 total plants.

Keywords: Climate change, accessions, characterization, organoleptic quality, germplasm bank

## I. INTRODUCCIÓN

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) es originaria del sureste y el Pacífico asiático (Lebot *et al.*, 2006). Se desconoce el período en que fue introducida en Nicaragua (Rivers, 2007). Según López *et al.* (1984) la malanga se introdujo a América desde del archipiélago de las Islas Canarias, donde fueron introducidos cultivares desde Egipto y África tropical. Según Villalta (2011) es un cultivo que ha venido adquiriendo una fuerte importancia como cultivo exportador estimulado por los buenos precios debido a la demanda permanente en los mercados internacionales como el de los EEUU. APAC (2004) menciona que es un producto comercializable durante todo el año, se cultivan en los departamentos de Boaco, Matagalpa, Jinotega, Estelí, Región Autónoma Caribe Sur y Región Autónoma Caribe Norte, regiones de pluviosidad adecuada para el cultivo y donde se logran óptimos rendimientos.

La malanga es un cultivo con ciclo fenológico de siete a nueve meses en los cuales demanda agua abundante (entre 1,800 y 2,500 mm al año) López *et al.* (1984). En Nicaragua se siembra en los meses de época lluviosa que dura de 5-6 meses, en ciertas ocasiones no son suficientes para abastecer las necesidades hídricas de esta planta. Según Ordaz *et al.* (2010) Nicaragua, es un país altamente vulnerable ante sequías afectando casi el 45% de la población a nivel nacional.

Según Manzanares (2008) uno de los principales impactos del cambio climático en Nicaragua será las alteraciones drásticas en el ciclo hidrológico del agua, que pondrían en riesgo el abastecimiento de agua para cualquier tipo de uso. El aumento de la temperatura, acompañado de la intensificación de los periodos secos y de menos lluvias, podrían provocar un déficit de agua y consecuentemente, un cambio en las zonas donde se producen los cultivos (Bouroncle, *et al.*, 2014). Estas condiciones ponen en riesgo el rubro de la malanga al tener altos requerimientos hídricos ocasionando bajas en las zonas de producción del país.

Milán (2009) menciona que Nicaragua es parte de los territorios más susceptibles del mundo a sufrir los efectos adversos del cambio climático global y de la variabilidad climática. Esto puede provocar que las áreas que se están utilizando para el cultivo de malanga; en unos años no sean aptas para el mismo, encontrar medidas de adaptación ante este problema es de vital importancia para los productores de malanga, quienes en su mayoría dependen de los rendimientos productivos que se obtienen del mismo.

En Nicaragua, los agricultores siembran los cultivares Malanga Lila y Malanga Blanca (ADDAC, 2009; Enríquez y Mairena, 2011). El cultivar Malanga Lila, también conocida como Malanga Coco, es el de mayor producción, consumo nacional y el único que se exporta. Ninguno de estos cultivares es resistente a la sequía, al Virus Alomae Bobone (ABVC) y la enfermedad más importante, tizón de la hoja de la malanga (acrónimo TLB (Taro Leaf Blight)), causada por *Phytophthora colocasiae* Racib.

La estrecha base genética de la que depende la producción de malanga en Nicaragua la coloca en una posición vulnerable. Según Rao *et al.* (2010) la estrecha base genética hace difícil cumplir con los retos del cambio climático, la aparición de nuevas plagas y enfermedades y la cambiante demanda del mercado internacional.

Los recursos fitogenéticos son el elemento básico para el mejoramiento de los cultivos a través de la selección y la mejora genética convencional. Su utilización contribuye a la estabilidad y recuperación de los agroecosistemas, proporcionan una materia prima fundamental para la mejora genética de los cultivos y sirven de soporte para la seguridad alimentaria. Actualmente constituyen la base de la evolución ya que permiten a los cultivos adaptarse a una infinidad de medios y responder a los nuevos factores adversos (FAO, 2011).

Con esa estrecha base genética de la producción de malanga en Nicaragua, es casi imposible enfrentar los desafíos del cambio climático, la aparición de nuevas plagas y enfermedades, el aumento de la población y la cambiante demanda del mercado internacional. El estudio se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento de 50 accesiones de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Scchott) introducidas y seis naturalizadas en cuatro zonas de Nicaragua, en el periodo 2011-2016; en el marco del proyecto multinacional de la Universidad Nacional Agraria; Adapting clonally propagated crops to climatic and commercial changes, financiado por la Unión Europea, a través de la red International Network of Edible Aroids (INEA).

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de 50 accesiones de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) introducidas y seis naturalizadas en cuatro zonas de Nicaragua, en el periodo 2011-2016.

### 2.1. Objetivos específicos

- Determinar las características morfológicas de 32 accesiones de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizadas en cuatro zonas de Nicaragua.
- Seleccionar las mejores accesiones de malanga según las variables morfológicas, de rendimiento y calidad organoléptica.
- Elaborar un catálogo de las características morfológicas de las accesiones de malanga introducidas y naturalizadas.
- Conservar *ex situ* las accesiones de malanga introducidas y naturalizadas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Los estudios se realizaron en tres etapas iniciando con el establecimiento de las accesiones introducidas en diferentes zonas del país de las que se realizaron ensayos de caracterización morfológica y de calidad organoléptica de las mismas. En la segunda etapa se seleccionaron las accesiones que presentaron las mejores características de adaptación a las condiciones agroecológicas de las cuatro zonas de Nicaragua, y la tercera etapa consistió en la conservación de las accesiones en bancos de germoplasma *in vitro* y campo (Anexo 1).

#### **3.1 Diseño metodológico de la investigación**

La presente investigación es mixta, experimental de carácter cuantitativo, cualitativo y descriptivo.

#### **3.2 Etapa I. Introducción, establecimiento y caracterización de las accesiones introducidas y naturalizadas.**

##### **3.2.1 Ubicación geográfica de los ensayos establecidos**

Los ensayos se establecieron en el periodo comprendido de 2012 a 2016 en las zonas de Boaco, León, Managua y Matagalpa (Figura 1).

En Boaco el ensayo se estableció en la finca del agricultor Donald Poveda ubicada en la comarca La Florida, municipio de Boaco, departamento de Boaco, Según INETER (2008) posee un clima variado, desde trópico húmedo de sabana de vegetación, hasta bosque tropical de selva.

En León el ensayo se estableció en la finca del agricultor Carlos Langrand en la comarca San Jacinto municipio de Telica, departamento de León, ubicado en las coordenadas 12°36'36.0"N 86°45'29.6"W con altura de 85 msnm, a 31 km de la ciudad de León.

En Managua el ensayo se estableció en la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya, departamento de Managua. Ubicado en las coordenadas: 12° 07 10" latitud norte y 86° 05 36" longitud oeste. Según INETER (2015), los suelos son franco-arcillosos con un pH de 6.5 y velocidad de vientos de 3.5 m/s.

En Matagalpa el ensayo se estableció en la finca Buena Vista perteneciente a FAREM-UNAN-Matagalpa, en el municipio San Ramón, departamento de Matagalpa, la zona presenta áreas

montañosas. La finca Buena Vista está ubicada a 23 km de la ciudad de Matagalpa, carretera Tuma-La Dalia; ubicada geográficamente a 13°00'24" Latitud norte y 85°50'03" longitud oeste.



Figura 1. Mapa de Nicaragua con ubicación de los ensayos establecidos en Boaco, León, Managua y Matagalpa, con las accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizadas.

### 3.2.2 Condiciones climáticas

Los registros de las precipitaciones acumuladas y las temperaturas mínimas y máximas promedios de las zonas León, Managua y Managua donde se establecieron los ensayos para los años 2012 a 2016 fueron tomados de INETER (2020) y las zonas Boaco y Matagalpa se tomaron del simulador de clima Marksim (Marksim, 2020) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Precipitaciones acumuladas (mm) y temperatura mínima y máxima promedio (°C) registradas en Boaco (2012 y 2016), León (2013), Managua (2014 y 2016) y Matagalpa (2015 y 2016), durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizados

Departamento	Período	Precipitación acumulada (mm)	Temperatura (°C)			Fuente
			máxima	mínima	promedio	
Boaco	Ene-sep 2012	1436.8	28.44	18.4	23.45	Marksim (2020)
León	Sep 2013- jun 2014	838.9	34	22.5	27.9	INETER (2020)
Managua	Jun-dic 2014	790.7	33	23.6	27.6	INETER (2020)
Matagalpa	Mar-sep 2015	1111.1	27.89	17.7	22.8	Marksim (2020)
Managua	Ene 2016-ene 2017	986.9	33.8	23.8	28.1	INETER (2020)

### 3.2.3 Procedencia de las accesiones

Se recibieron 50 accesiones de malanga *in vitro* en el año 2011, provenientes del banco de germoplasma de SPC (Secretariat of Pacific Countries, siglas en inglés del Secretariado de los países del Pacífico) localizado en Islas Fiji, en el marco del proyecto multinacional del que la Universidad Nacional Agraria (UNA) fue parte: Adapting clonally propagated crops to climatic and commercial changes, financiado por la Unión Europea, a través de la red International Network of Edible Aroids (INEA) y seis accesiones de malangas naturalizadas y colectadas en Nicaragua que forman parte del banco de germoplasma de la UNA (Cuadro 2).

Las accesiones fueron establecidas en bolsas de propileno con sustrato lombrihumus en el invernadero del laboratorio de cultivo de tejidos de la UNA, una vez que alcanzaron al menos 3 hojas y 30 cm de altura fueron llevados y establecidos en campo para su evaluación (Anexo 2).

Cuadro 2. Accesiones de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) introducidas (origen asiático) desde Secretariat of the Pacific community (SPC), Islas Fiji, 2011 y seis accesiones naturalizadas (origen Nicaragua) con sus características

Código	Cultivar	Origen	Susceptible a TLB	Sabor	Lugar de establecimiento
BLHW08	PE x PH15-6	Hawai	Tolerante	No comestible	B, L y M
BLHW26	BC99-11	Hawai	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLHW37	Pa'akala	Hawai	Tolerante	Muy bueno	B, L y M
CEIND01	Kudo	Indonesia	Susceptible	Bueno	B, L, M y Mt

<b>Código</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Origen</b>	<b>Susceptible a TLB</b>	<b>Sabor</b>	<b>Lugar de establecimiento</b>
CEIND16	Lebak	Indonesia	Susceptible	Bueno	B, L, M y Mt
CEMAL12	Klang	Malasia	Resistente	Muy bueno	L y M
CEMAL14	Kluang	Malasia	Resistente	Pobre	B, L, M y Mt
BLPNG10	C3-12	Papúa NG	Resistente	Aceptable	B, M y Mt
BLPNG11	C3-22	Papúa NG	Resistente	Aceptable	B, L y Mt
BLSM43	Samoa43	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM80	Alafua	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM116	Manu	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM120	Manono	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM128	Nu'utele 2	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM132	Fanuatapu	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM135	Apia	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM143	Vaimauga	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM151	Letogo	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM152	Saleapaga	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM157	Malae-o-le-la	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
BLSM158	Lalomanu	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, L, M y Mt
CETHA07	Srisamrong	Tailandia	Susceptible	Aceptable	B, M y Mt
CETHA09	Ta Daeng	Tailandia	Susceptible	Aceptable	B, L y M
CETHA24	Boklua	Tailandia	Susceptible	Bueno	B, L, M y Mt
CAJP03	Miyako	Japón			B, L y M
BLPNG03	C2-E3	Papúa NG	Resistente	Bueno	B, M y Mt
BLPNG13	C3-46	Papúa NG	Resistente	Aceptable	
BLSM46	Samoa46	Samoa	Tolerante	Bueno	
BLSM97	Gagasavea	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM111	Pauli	Samoa	Tolerante	Muy bueno	B, M y Mt
BLSM134	Sapapalii	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM136	Matautu	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM138	Moataa 2	Samoa	Tolerante	Muy bueno	
BLSM148	Malaela 2	Samoa	Tolerante	Muy bueno	M y Mt
BLSM149	Lepa	Samoa	Tolerante	Muy bueno	

Código	Cultivar	Origen	Susceptible a TLB	Sabor	Lugar de establecimiento
CEIND06	IND 155	Indonesia	Susceptible	Bueno	
CEIND08	IND 178	Indonesia	Susceptible	Bueno	
CEIND10	IND 225	Indonesia	Susceptible	Bueno	B, M y Mt
CEIND12	IND 237	Indonesia	Susceptible	Bueno	B, M y Mt
CEIND14	Lamputara	Indonesia	Susceptible	Bueno	
CEIND24	IND 512	Indonesia	Susceptible	Pobre	B, M y Mt
CEIND31	Manokwari	Indonesia			
CEMAL09	Sekinchan	Malasia	Inmune	Muy bueno	
CETHA03	Banmao	Tailandia	Susceptible	Bueno	B, M y Mt
CETHA08	Looch Lom	Tailandia	Susceptible	Muy bueno	B, M y Mt
CETHA10	Klonglan	Tailandia	Susceptible	Aceptable	B, M y Mt
CETHA14	THA 047	Tailandia	Susceptible	Aceptable	B, M y Mt
CAJP01	Tsuronoko	Japón		Aceptable	
CAJP04	Shogatsu-imo	Japón			B, M y Mt
CAJP08	Takenoko-imo	Japón			
León 1		Nicaragua		Bueno	M y Mt
León 3		Nicaragua		Bueno	M y Mt
Malanga Lila		Nicaragua		Bueno	M y Mt
Nueva Guinea		Nicaragua		Bueno	B, L, M y Mt
Santo Tomás		Nicaragua		Bueno	B, L, M y Mt
Villa Sandino		Nicaragua		Bueno	B, L, M y Mt

B: Boaco; L: León; M: Managua; Mt: Matagalpa.

### 3.2.4 Manejo agronómico

En todos los ensayos se realizó las siguientes actividades agronómicas:

**Preparación del terreno.** Se realizó la limpieza del terreno para eliminar malezas y piedras, ahoyado manual con pico a una distancia de siembra de 0.80 m entre planta y 1.0 m entre surco.

**Siembra.** Se realizó de forma manual se sembraron hijos y trozos de cormos a 0.8 m entre plantas y 1 m entre surcos (12,750 plantas ha<sup>-1</sup>), al menos 5 plantas por accesiones.

**Fertilización.** Se realizó al momento de la siembra con fertilizante completo (12-30-10 NPK) a razón de 121.9 kg ha<sup>-1</sup> y 2 fertilizaciones con urea a los 30 y 55 dds (INTA, 2000).

**Manejo de maleza y aporque.** Se llevaron a cabo visitas cada 15 días para realizar limpieza de malezas y aporque para brindar mayor sostén a la planta hasta los 5 meses después de la siembra, cuando el cultivo cerró calle y no era necesaria la limpieza.

**Cosecha.** Las plantas se extrajeron de forma manual, haciendo uso de macana separando el cormo del pseudotallo, luego se agruparon y se identificaron todas las plantas según la accesión.

### 3.2.5 Variables evaluadas

Para evaluar las variables se seleccionaron entre dos y cinco plantas al azar por accesión y se marcaron con cintas plásticas para evaluar siempre las mismas plantas.

**Variables morfológicas:** Se evaluaron a los 101 dds (después de la siembra) en Boaco, a los 161 dds en León, 134 dds en Managua y a los 106 dds en Matagalpa. Se midieron utilizando regla milimetrada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Variables morfológicas evaluadas en 32 accesiones introducidas y seis naturalizados de malanga en ensayos establecidos en Boaco (2012 y 2016), León (2013), Managua (2014), Matagalpa (2015 y 2016), durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga

<b>Variables</b>	<b>Observaciones</b>
Altura de la planta (cm)	Se midió desde la base del pseudotallo hasta la inserción del peciolo de la hoja de mayor altura, con regla milimetrada.
Diámetro del pseudotallo (cm)	Se midió en la parte basal del pseudotallo con un vernier.
Área foliar (cm)	Se midió el largo de hoja (LH, desde la inserción del peciolo hasta el ápice) y el ancho de la hoja (AH, se midió la parte más ancha), se utilizó la fórmula de Área Foliar (AF) = (LH*AH)*0.917 (Biradar <i>et al.</i> , 1978)
Número de hojas (unidad)	El conteo del número de hojas por planta
Número de hijos (unidad)	El conteo de número de hijos por planta

**Variables de rendimiento:** Se evaluó el peso individual de cada cormo (kg) y se multiplicó por 12,726 plantas establecidas en una hectárea al momento de la cosecha en las zonas de Managua a los 186 dds y Matagalpa a los 195 dds.

**Variables utilizadas para caracterización morfológica:** Se evaluaron a los 134 dds utilizando la Guía de descriptores IPGRI (1999) en ensayo establecido en La finca El Plantel (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables en catálogo con 31 accesiones introducidas y naturalizadas de malanga establecidos en la finca El Plantel-UNA, Managua 2014

<b>Variables</b>	<b>Descriptores</b>
Color del pecíolo	Verde claro, verde oscuro, rojo, púrpura claro, púrpura oscura, café purpura
Color de las raíces	Rosadas, blancas
Color pseudotallo	Verde claro, verde rosado, púrpura, verde púrpura, verde, café púrpura, verde oscuro, púrpura oscura.
Forma de lámina	Plana, lóbulos caídos, bordes caídos, en forma de copa.
Orientación de la lámina	Vertical, semi vertical, punta hacia abajo, semi horizontal, horizontal.
Margen de la lámina	Completo, ondulaciones en ondas pequeñas, ondulaciones en ondas grandes.
Color de la lámina	Blancuzco, amarillo, verde normal, verde oscuro, púrpura claro, púrpura oscura
Variegación de la lámina	Ausente, presente
Forma del cormo	Cónica, redonda, cilíndrica, elíptica, con forma de campanilla, alargada, plana y multifacética, agrupada, con forma de martillo, otros.
Color pulpa	Blanca con puntos púrpuras, rosado, blanca, blanca con puntos café, amarilla, blanca con puntos amarillos, rosados con puntos rojos
Presencia de estolones	Se observó por cada planta marcada la presencia de estolones
Presencia de flores	Se observó por cada planta marcada la presencia de flores

### 3.2.6 Análisis de datos

En la primera etapa a los datos de las variables morfológicas y rendimiento se les realizó la prueba de normalidad de los datos basados en Shapiro Wilks y la prueba de la homogeneidad de la varianza de los residuos Levene, lo que indicó que si cumple con los supuestos en las variables. A estas variables se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias estadísticas entre las accesiones y la prueba de separación de medias para Tukey ( $\alpha = 0.05$ ).

El modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + G_j + P_i + \varepsilon(ij)$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Las medias fenotípicas

$\mu$  = La media general

$G_j$  = El efecto fijo de  $J$  accesiones

$P_i$  = El efecto fijo de  $i$  plantas evaluadas

### 3.2.7 Catálogo de accesiones de malanga introducidas y naturalizadas

Se realizó un catálogo con las características morfológicas de 31 de las accesiones en estudio, se utilizaron fotografías para identificar las diferencias presentes en las accesiones (Figura 2).

<b>Código:</b>	<b>Origen</b>		
Presencia estolones			
Altura de planta			
Inflorescencia			
Presencia de hijos		F	F
Color pecíolo		O	O
Color de raíces		T	T
Color pseudotallo		O	O
<b>Lámina</b>			
Forma			
Orientación			
Margen			
Color			
Variegación			
<b>Cormo</b>			
Forma		F	F
Peso (g)		O	O
Color pulpa		T	T
Longitud		O	O

Figura 2. Formato utilizado para presentar los caracteres cualitativos y cuantitativos en catálogo de 31 accesiones evaluadas en la finca El Plantel-UNA, Managua 2014.

### 3.2.8 Calidad organoléptica de accesiones de malanga

En el ensayo establecido en recinto FAREM-Matagalpa después de la cosecha a los 195 dds se realizó un taller sobre el manejo agronómico del cultivo, con agricultores de malanga de las zonas aledañas. Se expusieron los objetivos del proyecto INEA en Nicaragua y se aplicó una encuesta a los participantes para determinar la calidad comestible Eating Quality Score (EQS, siglas en inglés) de los cormos cocidos de las accesiones cosechadas (Anexo 3).

Para la evaluación del EQS a través de encuesta a 20 agricultores participantes se procedió de la siguiente manera:

- Las accesiones para degustar se enumeraron de manera seguida del 1 al 28.
- Se tomó uno o dos cormos por accesión, se pelaron y cortaron en pedazos cúbicos de 3 cm y se cocieron. Una vez cocidos se colocaron en recipientes etiquetados con un número al azar asignado a cada accesión.
- El grupo total de agricultores se dividió en dos subgrupos de 10 miembros respectivamente.
- El primer subgrupo evaluó 14 accesiones seleccionados al azar y el segundo subgrupo evaluó las 14 accesiones restantes.
- Cada integrante de los subgrupos degustó cada una de las accesiones asignadas y llenó la encuesta (textura, color, aroma y sabor), reconocido únicamente por el número asignado al azar.

Con las encuestas llenas por los participantes del taller se obtuvo la calidad comestible (EQS, siglas en inglés) de los cormos cocidos de las accesiones cosechados. A cada variable se le asignó un parámetro constante de ponderación (textura = 0.5, aroma = 0.1, color = 0.1 y sabor = 0.3). La textura de los cormos cocidos se evaluó mediante la escala: firme o porosa (4), suave (3) pegajosa (2) y arenosa (1). El aroma, color y sabor se evaluaron mediante la escala: excelente (4), bueno (3), regular (2) y malo (1). Se calculó el puntaje total de cada parámetro por accesión. El puntaje total por parámetro se multiplicó por la constante de ponderación respectiva para resultar en el puntaje final de cada parámetro por accesión. El EQS final por accesión se obtuvo sumando el puntaje final de los cuatro parámetros evaluados.

### 3.3 Etapa II. Selección y comportamiento agronómico de accesiones promisorias de malanga en Matagalpa y Boaco

En esta etapa se realizaron dos estudios donde se evaluaron 10 accesiones promisorias de malanga en Matagalpa y cinco accesiones promisorias en Boaco. Los estudios fueron:

- Comportamiento agronómico de 10 Accesiones promisorias de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) FAREM, Matagalpa.
- Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorios de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) La Florida, Boaco.

#### 3.3.1 Ubicación geográfica de los estudios

En Matagalpa el ensayo se realizó en la finca Buena Vista (FAREM-UNAN-Matagalpa) descrita anteriormente en Etapa I.

En Boaco el ensayo se realizó en comarca La Florida, municipio de Boaco en la finca del productor Donald Poveda, descrita anteriormente en Etapa I.

#### 3.3.2 Condiciones Climáticas

Los registros de las precipitaciones acumuladas y las temperaturas mínimas y máximas promedios de las zonas de Boaco y Matagalpa se tomaron del simulador de clima Marksim (Marksim, 2020) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Precipitaciones acumuladas (mm) y temperatura mínima y máxima promedio (°C) registradas en Boaco 2016 y Matagalpa 2015 – 2016, durante el establecimiento y crecimiento de accesiones de malanga provenientes de SPC y naturalizados

Departamento	Período	Precipitación acumulada (mm)	Temperatura (°C)			Fuente
			máxima	miníma	promedio	
Boaco	Ene-sep 2016	1442.6	28.57	18.48	25.5	Marksim (2020)
Matagalpa	Dic 2015-sep 2016	1234.6	26.94	16.36	21.95	Marksim (2020)

#### 3.3.2 Material vegetal

En Matagalpa se establecieron 10 accesiones y en Boaco cinco accesiones pertenecientes al banco de germoplasma de la UNA y fueron seleccionados como resultados obtenidos de la Etapa I por ser accesiones promisorias al presentar buenos rendimientos y altos valores de calidad organoléptica (Cuadro 6).

Cuadro 6. Código de las accesiones, origen y número de plantas establecidas en el ensayo de selección y adaptación en FAREM Matagalpa y Boaco, 2016

<b>Accesiones</b>	<b>Origen</b>	<b>Número de plantas establecidas en Matagalpa</b>	<b>Número de plantas establecidas en Boaco</b>
BLHW 26	Hawai	40	20
BLPNG 03	Papúa-Nueva Guinea	20	
BLSM 151	Samoa	40	
BLSM 157	Samoa	40	20
BLSM 158	Samoa	20	
CEIND 24	Indonesia	20	
CETHA 03	Tailandia	40	
CETHA 14	Tailandia	40	20
Malanga Lila	Nicaragua	40	20
León3	Nicaragua	40	20

### 3.3.3 Diseño experimental

Los ensayos se establecieron con un diseño de bloques completos al azar (BCA), estuvo conformado por cuatro bloques, con distancias de 1.4 m entre bloque, 1m entre surcos y 0.8 m entre planta y 10 accesiones por bloques en Matagalpa y cinco accesiones por bloque en Boaco. Se sembraron entre 5 y 10 plantas por accesión en cada bloque.

### 3.3.4 Variables evaluadas

Las variables morfológicas y de rendimiento de las accesiones de malanga se seleccionaron al azar cinco plantas por accesión y se marcaron con cintas plásticas de color para evaluar siempre las mismas plantas.

**Variables morfológicas:** En Matagalpa las variables morfológicas se evaluaron a los 75, 217 y 273 dds y en Boaco a los 114 y 218 dds se evaluaron las mismas variables de Etapa I del Cuadro 3.

**Variables de rendimiento:** Las variables de rendimiento se evaluaron al momento de la cosecha a los 240 dds en Matagalpa y a los 238 dds en Boaco, las plantas evaluadas correspondientes a las cinco plantas marcadas por accesión en cada estudio. Las variables de rendimiento evaluadas se mencionan en Cuadro 7.

Cuadro 7. Variables de rendimiento evaluadas al momento de cosecha en 10 y cinco accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga

<b>Variables</b>	<b>Observación</b>
Largo del corno (cm)	Medida de punta a punta del corno
Ancho del corno (cm)	Medido en la parte central del corno
Peso del corno (kg)	Peso individual de cada corno
Número de estructuras de reproducción (unidad)	Conteo del número de estructuras de reproducción (estolones, cormelos e hijos) por cada accesión
Peso de estructuras (kg)	Peso del grupo de estructuras de reproducción

### 3.3.5 Análisis de datos

En la segunda etapa a los datos de las variables morfológicas se les realizó la prueba de normalidad de los datos basados en Shapiro Wilks y la prueba de la homogeneidad de la varianza de los residuos Levene, lo que indicó que no cumple con los supuestos. A los datos de las variables de rendimiento se les realizó la prueba de normalidad de los datos basados en Shapiro Wilks y la prueba de la homogeneidad de la varianza de los residuos Levene se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias con Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) utilizando el programa InfoStat (versión 2018e).

El modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + P_k$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Las medias fenotípicas

$\mu$  = La media general

$B_i$  = El efecto del i bloque

$G_j$  = El efecto fijo de J accesiones

$P_k$  = El efecto fijo de k plantas evaluadas

### 3.4 Etapa III. Conservación de las accesiones en bancos de germoplasma en campo y banco de germoplasma *in vitro*

El banco de germoplasma en campo se estableció en el Centro Nacional de Investigación Agropecuaria del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (CNIA-INTA), ubicado en Managua en el kilómetro 14 ½ de la carretera norte; localizado entre las coordenadas 12°08'36'' latitud norte y a los 86°09'49'' longitud oeste, su altitud es de 56 msnm.

El banco de germoplasma *in vitro* se estableció en 2016 en el laboratorio de Cultivo de Tejidos de la UNA, ubicada en el kilómetro 12 ½ Carretera norte en las coordenadas 12°08'58.3" latitud norte y 86°09'37.0" longitud oeste.

#### 3.4.1 Banco de germoplasma en campo

Se estableció en 2016 con 30 accesiones procedentes de los ensayos establecidos en la etapa 1 y 2. Se sembraron a una distancia de 1m entre accesión y 0.80 m entre planta. A los 234 dds se evaluó el número de hijos por accesión (Cuadro 8).

Cuadro 8. Código y origen de las accesiones establecidas en banco de germoplasma en campo establecidas en INTA CENIA 2016

No.	Accesiones	Origen	No.	Accesiones	Origen
1	BLHW26	Hawái	16	CEIND12	Indonesia
2	BLSM111	Samoa	17	CEIND16	Indonesia
3	BLSM120	Samoa	18	CEIND24	Indonesia
4	BLSM128	Samoa	19	CEMAL14	Malasia
5	BLSM132	Samoa	20	CETHA10	Tailandia
6	BLSM143	Samoa	21	CETHA03	Tailandia
7	BLSM148	Samoa	22	CETHA07	Tailandia
8	BLSM151	Samoa	23	CETHA08	Tailandia
9	BLSM157	Samoa	24	CETHA14	Tailandia
10	BLSM158	Samoa	25	CETHA24	Tailandia
11	BLPNG03	Papúa Nueva Guinea	26	León1	Nicaragua
12	BLPNG14	Papúa Nueva Guinea	27	León3	Nicaragua
13	CAJP04	Japón	28	Malanga Lila	Nicaragua
14	CEIND01	Indonesia	29	Santo Tomás	Nicaragua
15	CEIND10	Indonesia	30	Villa Sandino	Nicaragua

### 3.4.2 Banco de germoplasma *in vitro*

A partir de plantas procedentes de las accesiones en campo se diseccionaron plantas de malanga, hasta obtener ápices meristemáticos y se sometieron a proceso de desinfección con agua estéril + hipoclorito de sodio 2% por 10 minutos y luego transferidos a tubos de ensayo que contenían 10 ml de medio de cultivo con las sales Murashige y Skoog (MS) (1962), 3% sacarosa, 0.1 mg l<sup>-1</sup> de Bencilaminopurina (BAP), 0.05 mg l<sup>-1</sup> de Ácido Indolacético (AIA), y solidificado con agar (Figura 3).

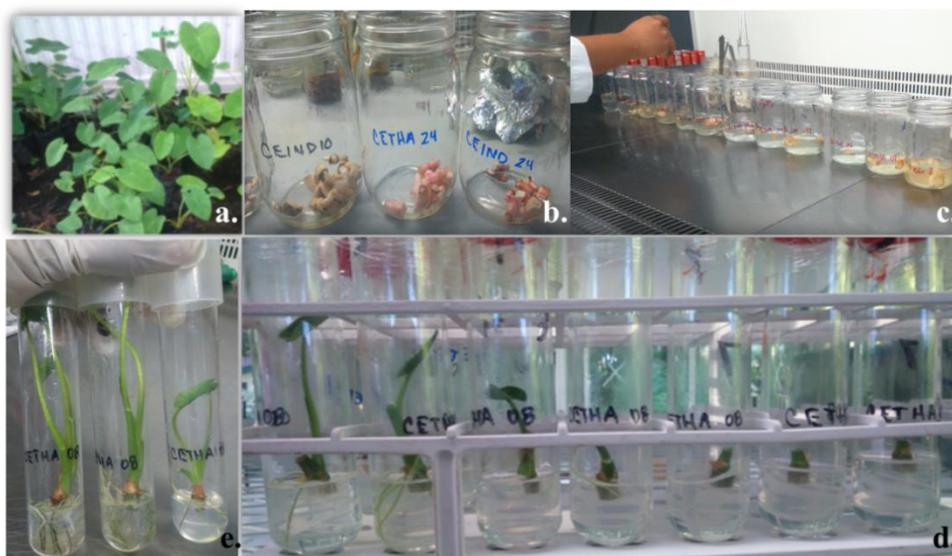


Figura 3. Proceso de establecimiento *in vitro* de las accesiones del banco de germoplasma de malanga. (a.) Plantas de malanga procedentes de los ensayos en campo (b.) y (c.) preparación y desinfección de las accesiones de malanga, (d.) y (e.) Accesiones de malanga establecidas en medio MS.

Para la fase multiplicación y mantenimiento *in vitro* de las accesiones se utilizó medio de cultivo con las sales MS, 3% sacarosa, 3 mg l<sup>-1</sup> de BAP, 1 mg l<sup>-1</sup> de AIA, y solidificado con agar. A los siete meses se contabilizó el número total de plantas obtenidas en esta fase de cultivo. Las accesiones establecidas para la conservación *in vitro* se describen en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Código y origen de las accesiones establecidas en banco de germoplasma *in vitro* en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Facultad de Agronomía de la UNA 2016.

<b>No.</b>	<b>Accesiones</b>	<b>Origen</b>	<b>No.</b>	<b>Accesiones</b>	<b>Origen</b>
1	BLSM111	Samoa	17	CEIND16	Indonesia
2	BLSM151	Samoa	18	CEIND01	Indonesia
3	BLSM128	Samoa	19	CEIND24	Indonesia
4	BLSM157	Samoa	20	CEIND12	Indonesia
5	BLSM148	Samoa	21	CEIND10	Indonesia
6	BLSM132	Samoa	22	Santo Tomás	Nicaragua
7	BLSM120	Samoa	23	Villa Sandino	Nicaragua
8	BLSM158	Samoa	24	Nueva Guinea	Nicaragua
9	BLSM143	Samoa	25	León3	Nicaragua
10	CETHA03	Tailandia	26	León1	Nicaragua
11	CETHA14	Tailandia	27	Malanga Lila	Nicaragua
12	CETHA08	Tailandia	28	BLPNG03	Papúa Nueva Guinea
13	CETHA07	Tailandia	29	BLPNG14	Papúa Nueva Guinea
14	CETHA10	Tailandia	30	BLHW26	Hawái
15	CETHA24	Tailandia	31	CAJP04	Japón
16	CEMAL14	Malasia			

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Introducción, establecimiento y caracterización de las accesiones introducidas y naturalizadas

De las 50 accesiones introducidas de malanga, 18 de ellas no sobrevivieron (BLSM43, BLSM46, BLSM80, BLSM97, BLSM116, BLSM134, BLSM136, BLSM138, BLSM149, BLSM152, BLPNG13, CAJP01, CAJP08, CEIND06, CEIND08, CEIND14, CEIND31, CEMAL09) el traslado desde las Islas Fiji a Nicaragua, porque las condiciones de almacenamiento en la aduana provocaron contaminación y estrés del material vegetal por falta de luz, temperatura muy baja y prolongación del tiempo de almacenamiento. En la etapa de aclimatación en invernadero algunas accesiones no sobrevivieron debido al estrés provocado durante la transferencia. Las accesiones sobrevivientes fueron 32 las que se evaluaron en las cuatro zonas en estudio.

#### 4.1.1 Morfología de 32 accesiones introducidas y seis naturalizados de malanga en Boaco, León, Managua y Matagalpa

**Altura de planta:** Hubo diferencias estadísticas significativas entre accesiones en cada zona. En Managua la accesión BLSM120 presentó mayor altura promedio (126.20 cm). En Boaco BLHW08 (113.67 cm), en Matagalpa CEIND10 (113.60 cm) y en León BLHW26 (60.00 cm). En León BLSM157 presentó la menor altura de planta (12.00 cm) (cuadro 10).

**Área foliar:** Hubo diferencias significativas entre las accesiones en todas las zonas evaluadas. En Managua la accesión naturalizada León 3 obtuvo la mayor área foliar (3234.99 cm<sup>2</sup>), en Matagalpa la accesión Malanga Lila (1809.24 cm<sup>2</sup>), en Boaco BLHW08 (1579.38 cm<sup>2</sup>) y en León BLHW37 (462.17 cm<sup>2</sup>). El menor valor promedio de área foliar se registró en León en la accesión BLSM157 (67.17 cm<sup>2</sup>) (cuadro 10).

Cuadro 10. Promedios de altura de planta (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas a los 101 dds en Boaco, 161 dds en León, 134 dds en Managua y 106 dds en Matagalpa

Accesiones	Altura de planta (cm)				Área foliar (cm <sup>2</sup> )			
	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa
BLHW08	113.67 a	25.13 b-e	90.70 b-i		1579.38 a	195.83 ab	1836.93 b-f	1087.56 a-f
BLHW26	73.00 b-g	60.00 a	50.17 k-o	90.80 a-d	765.7 b-g		431.6 ij	
BLHW37	45.75 f-j	15.00 e	76.88 d-l		453.11 c-i	462.17 a	1590.46 b-h	
BLPNG03	42.00 h-j		101.44 a-e	109.00 ab	492.25 c-i	81.15 b	2330.57 a-c	1552.30 a-c

Accesiones	Altura de planta (cm)				Área foliar (cm <sup>2</sup> )			
	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa
BLPNG10	75.00 b-f		69.33 e-m	102.20 a-c	967.8 bc		1123.63 d-j	1035.02 a-f
BLPNG11	97.67 ab	20.50 c-e	82.60 c-k		1199.93 ab	94.45 b	1804.34 b-f	
BLSM111	47.50 f-j		91.20 b-i	59.60 c-g	421.82 d-i		1687.10 b-g	632.73 c-f
BLSM120	69.00 b-h	46.42 a-d	126.20 a	41.50 e-g	635.3 c-i	226.12 ab	1951.34 b-f	744.6 b-f
BLSM128	92.40 a-c	31.00 a-e	80.40 c-k	91.00 a-d	828.23 b-e	171.82 ab	1435.47 b-j	1353.13 a-e
BLSM132	72.00 b-h	51.67 ab	89.20 b-i	33.67 g	474.64 c-i	326.38 ab	1420.79 b-j	123.64 f
BLSM135	59.50 d-j	48.50 a-c	87.90 b-i	88.00 a-e	611.87 c-i	311.78 ab	1696.56 b-g	1360.22 a-e
BLSM143	92.60 a-c	39.38 a-e	62.20 h-o	24.00 g	900.86 b-d	194.40 ab	614.02 g-j	119.21 f
BLSM148			61.20 i-o	27.80 g			947.08 d-j	187.80 f
BLSM151	37.75 i-j	27.08 b-e	33.75 o	69.60 a-g	277.85 f-i	189.88 ab	330.92 j	890.04 a-f
BLSM157	83.33 a-d	12.00 e	45.60 l-o	87.00 a-e	309.33 e-i	67.17 b	326.82 j	1337.90 a-e
BLSM158	80.00 b-e	36.00 a-e	35.67 no	47.50 d-g	813.93 b-e	291.38 ab	415.48 ij	802.83 a-f
CAJP03	37.50 i-j	20.46 c-e	41.80 m-o		348.06 e-i	100.30 b	355.34 ij	
CAJP04	50.00 e-j		96.40 a-g	83.50 a-f	336.54 e-i		2007.68 b-e	1072.89 a-f
CEIND01	54.00 d-j	31.75 a-e	61.20 i-o	41.00 e-g	485.46 c-i	219.21 ab	874.91 f-j	493.35 d-f
CEIND10	57.40 d-j		108.20 a-d	113.60 a	776.52 b-f		1857.11 b-f	1654.45 ab
CEIND12	43.60 g-j		94.70 a-h	60.75 c-g	543.96 c-i		1847.02 b-f	794.81 b-f
CEIND16	43.40 g-j	16.21 de	64.00 g-o	46.20 d-g	286.10 f-i	226.65 ab	874.63 f-j	474.27 ef
CEIND24	60.20 d-j		104.60 a-d	48.60 d-g	661.62 c-i		1694.80 b-g	562.12 c-f
CEMAL12		39.25 a-e	84.30 b-j			304.33 ab	2000.62 b-e	
CEMAL14	52.50 e-j	39.71 a-e	52.40 j-o	65.75 b-g	368.63 e-i	294.59 ab	438.23 ij	875.74 a-f
CETHA03	33.00 i-j		76.70 d-l	55.00 d-g	215.31 i		1341.39 c-j	562.30 c-f
CETHA07	44.60 f-j		54.25 j-o	43.00 e-g	741.21 b-h		923.19 e-j	538.28 d-f
CETHA08	33.20 i-j		116.00 ab	56.20 c-g	190.19 i		2056.46 b-d	478.12 d-f
CETHA09	38.25 i-j	22.13 b-e	66.98 f-n	63.20 b-g	243.01 h-i	130.86 ab	1109.68 d-j	495.00 d-f
CETHA10	32.60 i-j		87.78 b-i		256.03 g-i		1414.89 b-j	
CETHA14	30.50 j		108.20 a-d	45.50 d-g	426.86 d-i		1891.04 b-f	394.54 ef
CETHA24	47.40 f-j	51.00 ab	50.30 k-o	38.40 fg	362.22 e-i	261.69 ab	498.31 h-j	299.68 f
León 1			98.20 a-f	59.80 c-g			1302.69 c-j	1485.36 a-d
León 3			110.00 a-c	67.80 a-g			3234.99 a	838.14 a-f
Malanga								
Lila			81.20 c-k	91.60 a-d			1282.15 c-j	1809.24 a
Nueva								
Guinea	70.00 b-h	31.71 a-e	98.70 a-f	49.50 d-g	745.98 b-h	154.42 ab	1474.26 b-i	417.24 ef
Santo								
Tomás	42.00 h-j	27.63 b-e	89.30 b-i	56.60 c-g	411.00 d-i	288.68 ab	2526.98 ab	1044.83 a-f
Villa								
Sandino	62.60 c-i		70.90 e-m	66.20 b-g	678.21 c-i		1178.53 d-j	766.06 b-f
P-valor	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0378	0.0001	0.0001
R <sup>2</sup>	0.81	0.87	0.80	0.73	0.76	0.71	0.75	0.69
CV	20.16	21.84	15.88	24.69	34.08	39.42	30.91	40.46

Medias con una letra en común no son estadísticamente significativas según Tukey (p>0.05).

En altura de planta las accesiones introducidas registraron las mayores alturas en comparación a las naturalizadas. Atung y Komolong (2013) evaluaron 22 accesiones exóticas de malanga y seis accesiones locales en Papúa Nueva Guinea registraron alturas inferiores a los 40 cm. En este estudio las alturas variaron entre 12 cm (BLSM157 en León) y 113.6 cm (BLHW08 y CEIND16 en Boaco y Matagalpa respectivamente) con un coeficiente de variación entre 15.88 y 24.69. En Vanuatu Lebot *et al.* (2006) evaluaron 96 accesiones de diferentes países asiáticos y se registraron alturas entre 70 cm en accesiones de Vanuatu y 106.5 cm de accesiones de Filipinas.

**Diámetro de pseudotallo:** En León no hubo diferencias significativas entre las accesiones. En Managua, Boaco y Matagalpa hubo diferencias significativas. La accesión que presentó el mayor diámetro promedio en Managua fue CETHA08 (15.80 cm), La accesión BLHW08 (10.47 cm) en Boaco y en Matagalpa la accesión Malanga Lila con 9.40 cm (cuadro 11).

**Número de hojas:** En León no hubo diferencias estadísticas entre las accesiones. En Managua, Boaco y Matagalpa hubo diferencias significativas entre las accesiones. En Managua y Boaco la accesión CEIND24 obtuvo el mayor número promedio de hojas (8 y 7 hojas respectivamente). En Matagalpa la accesión León 3 obtuvo el mayor número promedio de hojas (7 hojas) (cuadro 11). Según López *et al.*, (1984) el ritmo de emisión de la hoja es de 5-8 días en condiciones de alta humedad relativa (80%), alta humedad del suelo y temperaturas de 25-30 °C. Una planta puede emitir entre 25-35 hojas en un período.

**Número de hijos:** Hubo diferencias estadísticas significativas entre las accesiones en cada zona en estudio. En Boaco la accesión BLSM120 registró el mayor número de hijos con 15, en Managua BLSM148 con 12 hijos, en Matagalpa la accesión BLSM135 registró el mayor número de hijos (8) y en León la accesión CEMAL14 con 5 hijos (cuadro 11).

Cuadro 11. Promedios de diámetro de pseudotallo (cm), número de hojas y número de hijos de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas a los 101 dds en Boaco, 161 dds en León, 134 dds en Managua y 106 dds en Matagalpa

Accesiones	Diámetro de pseudotallo (cm)				Número de hojas				Número de hijos			
	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa
BLHW08	10.47 a	3.00 a	8.20 c-k		6.17 a-c	3.42 a	6.40 a-d		13.17 a-c	0.50 bc	6.00 a-f	
BLHW26	5.6 b-f	4.00 a	2.00 k	8.60 a-c	5.00 a-e	4.00 a	2.33 e	5.60 a-d	2.40 f-j	0.00 c	0.00 f	3.60 a-g
BLHW37	4.25 d-h	1.25 a	7.00 e-k		5.75 a-e	3.00 a	6.00 a-d		5.25 d-j	0.50 bc	2.25 c-f	
BLPNG03	4.00 d-h		9.78 a-h	9.00 ab	4.20 c-e		6.80 a-c	5.20 a-d	1.40 g-j		4.60 b-f	2.00 c-g
BLPNG10	5.8 b-e		8.67 b-k	8.30 a-d	5.60 a-e		5.67 a-d	6.40 a-c	6.20 d-j		4.67 b-f	6.20 a-d
BLPNG11	6.78 b-d	2.35 a	9.10 b-i		5.00 a-e	3.00 a	6.80 a-c		8.33 b-f	0.00 c	2.00 d-f	
BLSM111	4.50 d-h		13.80 a-d	4.90 a-g	4.50 c-e		6.60 a-d	5.00 a-d	1.00 g-j		3.80 b-f	0.20 fg
BLSM120	8.26 ab	3.58 a	9.20 a-i	3.65 d-g	5.40 a-e	3.75 a	6.00 a-d	6.00 a-d	15.60 a	3.67 a-c	7.80 a-d	2.50 b-g
BLSM128	6.8 b-d	2.75 a	8.20 c-k	7.50 a-e	5.00 a-e	3.75 a	6.80 a-c	6.80 ab	11.20 a-d	0.00 c	3.60 b-f	5.60 a-e
BLSM132	5.4 b-f	4.38 a	6.50 e-k	2.67 fg	5.00 a-e	4.67 a	5.60 a-d	3.67 c-e	10.60 a-e	4.08 a-c	5.60 b-f	0.00 g
BLSM135	5.33 c-f	4.50 a	7.98 c-k	6.67 a-f	5.50 a-e	5.00 a	6.20 a-d	6.3 a-c	7.50 b-g	0.50 bc	7.00 a-e	8.33 a
BLSM143	7.8 a-c	3.21 a	6.20 e-k	2.50 fg	6.80 ab	3.00 a	4.20 c-e	2.00 e	7.20 c-h	0.25 c	2.60 b-f	0.00 g
BLSM148			7.20 d-k	1.90 g			6.20 a-d	4.40 a-e			12.40 a	1.80 c-g
BLSM151	3.250 e-h	3.67 a	2.83 i-k	6.00 a-g	5.00 a-e	2.33 a	4.75 b-e	5.40 a-d	2.00 f-j	0.00 c	0.25 f	5.20 a-e
BLSM157	2.83 f-h	0.80 a	3.80 g-k	6.70 a-f	3.67 e	2.50 a	4.60 b-e	6.00 a-d	4.00 e-j	0.00 c	0.80 d-f	6.40 a-c
BLSM158	6.8 b-d	3.00 a	2.33 jk	5.25 a-g	5.40 a-e	4.00 a	3.67 c-e	5.50 a-d	4.80 d-j	4.00 a-c	1.67 d-f	4.50 a-g
CAJP03	4.25 d-h	2.04 a	3.90 g-k		6.00 a-d	3.67 a	5.80 a-d		3.75 f-j	0.00 c	2.80 b-f	
CAJP04	3.25 e-h		15.00 ab	8.50 a-c	5.50 a-e		5.80 a-d	4.00 b-e	4.00 e-j		5.40 b-f	4.50 a-g
CEIND01	4.30 d-h	4.25 a	6.40 e-k	4.20 c-g	4.40 c-e	4.25 a	6.00 a-d	5.00 a-d	6.40 d-j	0.50 bc	2.00 d-f	1.00 e-g
CEIND10	6.8 b-d		12.80 a-e	8.50 a-c	5.00 a-e		6.20 a-d	5.80 a-d	1.00 g-j		5.00 b-f	4.60 a-g
CEIND12	5.00 c-g		8.94 b-j	7.50 a-e	5.60 a-e		6.60 a-d	5.50 a-d	1.60 g-j		4.40 b-f	2.75 b-g
CEIND16	4.50 d-h	3.38 a	6.20 e-k	5.60 a-g	5.80 a-e	4.17 a	7.40 ab	3.40 de	13.40 a-c	5.08 ab	7.40 a-d	2.00 c-g
CEIND24	6.1 b-e		14.20 a-c	3.60 e-g	7.00 a		8.00 a	6.00 a-d	3.00 f-j		6.00 a-f	1.80 c-g
CEMAL12		3.25 a	7.30 d-k			3.00 a	5.40 a-e			1.00 a-c	2.80 b-f	
CEMAL14	5.88 b-e	5.08 a	3.30 h-k	6.50 a-g	6.00 a-d	3.42 a	3.60 de	5.25 a-d	7.25 c-g	5.33 a	3.80 b-f	4.75 a-g
CETHA03	2.20 gh		7.40 d-k	5.60 a-g	5.20 a-e		6.60 a-d	5.40 a-d	0.60 h-j		2.60 b-f	2.40 b-g

Accesiones	Diámetro de pseudotallo (cm)				Número de hojas				Número de hijos			
	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa	Boaco	León	Managua	Matagalpa
CETHA07	4.00 d-h		4.00 f-k	4.50b-g	5.00 a-e		4.50 b-e	5.67 a-d	6.80 c-i		0.50 ef	2.33 c-g
CETHA08	2.12 gh		15.80 a	4.40 b-g	4.20 c-e		6.20 a-d	4.60 a-e	0.00 j		5.80 b-f	1.40 d-g
CETHA09	2.90 f-h	3.50 a	10.10 a-g	5.40 a-g	4.30 c-e	4.00 a	4.40 b-e	5.00 a-d	14.00 ab	2.50 a-c	3.40 b-f	2.00 c-g
CETHA10	3.60 e-h		8.22 c-k		3.80 de		5.20 a-e		0.40 i-j		6.00 a-f	
CETHA14	1.75 h		14.20 a-c	6.00 a-g	5.50 a-e		4.60 b-e	5.25 a-d	3.00 f-j		5.40 b-f	3.50 a-g
CETHA24	4.00 d-h	4.42 a	5.04 f-k	4.80 a-g	4.80 a-e	4.58 a	6.20 a-d	5.20 a-d	3.60 f-j	0.42 bc	4.20 b-f	0.20 fg
León 1			10.60 a-f	6.00 a-g			6.80 a-c	6.00 a-d			3.60 b-f	3.60 a-g
León 3			12.60 a-e	6.40 a-g			6.20 a-d	7.00 a			6.40 a-f	7.20 ab
Malanga												
Lila			8.80 b-j	9.40 a			6.80 a-c	6.80 ab			8.60 a-c	6.20 a-d
Nueva												
Guinea	4.40 d-h	2.79 a	6.70 e-k	2.25 fg	4.60 b-e	3.92 a	6.40 a-d	4.00 b-e	6.40 d-j	2.08 a-c	4.00 b-f	1.00 e-g
Santo												
Tomás	3.70 e-h	3.13 a	9.00 b-j	5.80 a-g	4.20 c-e	3.25 a	5.80 a-d	5.40 a-d	5.80 d-j	1.25 a-c	8.80 ab	3.40 b-g
Villa												
Sandino	4.80 d-g		6.80 e-k	6.40 a-g	5.60 a-e		6.60 a-d	6.60 ab	6.20 d-j		2.40 b-f	5.00 a-f
P- valor	0.0001	0.1554	0.0001	0.0001	0.0001	0.3147	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001
R <sup>2</sup>	0.79	0.63	0.69	0.65	0.5	0.57	0.49	0.54	0.79	0.86	0.56	0.68
CV	2.27	37.31	30.92	26.84	16.85	24.24	21.06	17.85	40.93	72.64	55.75	49.02

Medias con una letra en común no son estadísticamente significativas según Tukey ( $p>0.05$ ).

La accesión BLHW08 en la zona de Boaco obtuvo los mayores valores en las variables morfológicas altura de planta, área foliar y diámetro de pseudotallo y BLHW26 destacó en la zona de León en dos de las variables estudiadas altura de planta y área foliar. Malanga Lila registró la mayor altura y diámetro de pseudotallo en Matagalpa.

**Rendimiento:** Hubo diferencias significativas entre las accesiones en Managua y Matagalpa. Santo Tomás registró el mayor rendimiento en Managua (8.32 t ha<sup>-1</sup>) y en Matagalpa la accesión Malanga Lila (20.49 t ha<sup>-1</sup>) (Cuadro12).

Cuadro 12. Promedios de rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de 32 accesiones introducidas de malanga y seis naturalizadas evaluadas al momento de la cosecha a los 186 dds en Managua y 195 dds en Matagalpa

Accesiones	Managua	Matagalpa	Accesiones	Managua	Matagalpa
BLHW08	4.26 b-g		CEIND12	2.57 d-h	2.89 de
BLHW26	0.86 gh	7.79 b-e	CEIND16	1.91 e-h	3.17 de
BLHW37	2.91 d-h		CEIND24	4.79 a-f	7.4 b-e
BLPNG03	7.74 ab	13.71 ab	CEMAL12	2.21 d-h	
BLPNG10	3.11 c-h	6.49 b-e	CEMAL14	0.55 h	7.94 b-e
BLPNG11	2.23 d-h		CETHA03	3.97 c-h	7.22 b-e
BLSM111	3.67 c-h	4.15 c-e	CETHA07	1.32 e-h	8.66 b-e
BLSM120	2.82 d-h	2.16 de	CETHA08	4.13 b-h	4.51 b-e
BLSM128	4.01 c-h	3.75 c-e	CETHA09	1.35 e-h	5.2 b-e
BLSM132	2.07 d-h	3.43 c-e	CETHA10	1.49 e-h	
BLSM135	4.91 a-e		CETHA14	3.52 c-h	5.59 b-e
BLSM143	3.17 c-h	2.89 de	CETHA24	1.84 e-h	4.33 b-e
BLSM148	1.84 e-h	2.02 de	Malanga Lila	5.61 a-d	20.49 a
BLSM151	0.73 gh	12.03 a-d	León1	1.35 e-h	8.08 b-e
BLSM157	0.51 h	12.84 a-c	León3	6.79 a-c	5.95 b-e
BLSM158	1.22 f-h	10.1 b-e	Nueva Guinea	2.05 d-h	3.25 de
CAJP03	1.04 gh		Santo Tomás	8.32 a	10.1 b-e
CAJP01	3.58 c-h	4.69 b-e	Villa Sandino	2.41 d-h	5.05 b-e
CEIND01	1.72 e-h	7.7 b-e	p-valor	<0.0001	<0.0001
CEIND10	3.74 c-h	9.24 b-e	CV%	43.07	41.14
			R <sup>2</sup>	0.72	0.72

En Managua los rendimientos fueron inferiores a los registrados en Matagalpa, debido a las condiciones climáticas presentes en cada lugar, en Managua las precipitaciones son inferiores y la temperatura superior en comparación a Matagalpa, lo que favoreció el crecimiento de las accesiones de malanga. En Managua el estudio no contó con riego permanente lo que afectó el desarrollo de las plantas, De acuerdo con Robín (2008) en áreas donde las precipitaciones son menores a 2,500 mm y distribuidos de forma desigual, siembras mensuales requieren el uso de riego durante los meses más secos para garantizar buenos rendimientos.

Los rendimientos nacionales de malanga en 2015 fueron de 19.17 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2020), siendo el doble de los obtenidos en este estudio por la accesión Santo Tomás en Managua 8.32 t ha<sup>-1</sup>, esta accesión superó todas las accesiones en una zona no tradicional de cultivo de malanga. En Matagalpa los resultados fueron más satisfactorios donde la accesión Malanga lila superó el rendimiento nacional con 20.49 t ha<sup>-1</sup> donde las condiciones del cultivo son óptimas.

Según Robín (2008) la producción óptima de malanga se logra mejor en suelos de tipo arcillo arenosos profundo, con buena fertilidad y pH de 5.5 a 6.5. Precipitaciones entre 2,500- 3,675 mm anualmente uniformemente distribuidos. Temperaturas promedio de 25 a 27° C, altitudes de aproximadamente de 300-600 msnm son los más adecuados para el cultivo en crecimiento. Durante el período que el cultivo permaneció en Managua se registró un total de 790.7 mm de lluvia lo cual es menos de la mitad del agua que requiere el cultivo de malanga lo que en parte explica la baja producción.

Las accesiones BLSM111, BLSM128, BLSM143 y León 3 obtuvieron rendimientos similares en Managua y Matagalpa lo que puede indicar que son accesiones que pueden ser utilizadas en zonas con condiciones similares a las de Matagalpa o Managua y que se pueden adaptar a bajas o altas condiciones de humedad y temperatura.

Las accesiones Santo Tomás, BLPNG03, León3 y Malanga Lila superan las 5 t ha<sup>-1</sup> en Managua por lo que pueden ser utilizadas en zonas de baja precipitación y altas temperaturas o en zonas no tradicionales del pacífico de Nicaragua donde este cultivo no es aprovechado y puede contribuir a la seguridad alimentaria de las familias en zonas con problemas de sequía. De acuerdo con CHEMONICS (2004) en Nicaragua la población consume raíces y tubérculos en su dieta alimentaria, Wilson (1984) indica que la malanga es un cultivo cuyos cormos, cormelos y hojas son consumidos en diversas maneras por ser rica en carbohidratos, grasas y aminoácido, Monge (2011) menciona que puede ser horneada, asada o frita y las hojas nuevas y pecíolos son preparados con carnes y pescados.

Arias (2018) menciona que se debe reconocer el papel de los pequeños productores de alimentos, de las familias productoras y de las comunidades indígenas como administradores sostenibles y custodios de los recursos naturales y genéticos y darles apoyo, comprender la armonía de los recursos naturales y biodiversidad con la producción y el desarrollo sustentable

incluyendo el uso eficiente y la necesidad de no descertificar, ni desaparecer especies cuidándolas para futuras generaciones. Tittone (2017) indica que se debe adoptar un nuevo modelo agrícola que garantice la producción de alimentos nutritivos en cantidad suficiente ahí donde más se necesitan; que pueda adaptarse al cambio climático y que, en la medida de lo posible, contribuya a mitigarlo; que conserve la diversidad biológica y cultural, y que preste servicios ecosistémicos pertinentes a nivel local y mundial.

Según Arias (2018) los agricultores familiares son las personas que tienen las herramientas para practicar la Agroecología, estos productores son claves para la producción de alimentos. La agricultura campesina es un modo de ser, de vivir y de producir en el campo, con base agroecológica, biodiversa, poco dependiente, adaptada a las condiciones de suelo y clima, productora de alimentos, agua y cultura, protectora de la biodiversidad y de los territorios, es la única capaz de alcanzar la soberanía alimentaria y dar respuestas al cambio climático.

#### **4.1.2 Caracterización de 32 accesiones introducidas y seis naturalizados de malanga, en la finca El Plantel-UNA, Managua 2014**

*Altura de planta (cm):* De acuerdo con la Guía de descriptores IPGRI (1999) las accesiones se agrupan en tres categorías de altura: altas (>100 cm), medianas (50-100 cm) y pequeñas (<50 cm). Siete accesiones (18%) se agrupan en la categoría alta (BLSM120, CETHA08, León3, CEIND10, CETHA14, CEIND24, BLPNG03), 27 accesiones (71 %) se agrupan en la categoría mediana (Nueva Guinea, León1, CAJP04, CEIND12, BLSM111, BLHW08, Santo Tomás, BLSM132, BLSM135, CETHA10, CEMAL12, BLPNG11, Malanga Lila, BLSM128, BLHW37, CETHA03, Villa Sandino, BLPNG10, CETHA09, CEIND16, BLSM143, BLSM148, CEIND01, CETHA07, CEMAL14, CETHA24, BLHW26) y 4 accesiones (11%) se agrupan en la categoría pequeña (BLSM157, CAJP03, BLSM158, BLSM151) (Figura 4).

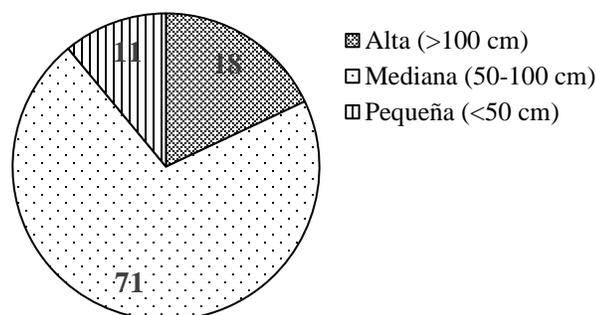


Figura 4. Proporción de altura de planta de 32 accesiones y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías altas, medianas y pequeñas a los 134 dds.

Estos resultados se asemejan a estudios realizados por Atung y Komolong (2013) al evaluar en Papúa Nueva Guinea 24 accesiones exóticas de malanga procedentes de SPC y seis accesiones locales donde solo una accesión se agrupó en la categoría alta, 11 accesiones en la categoría mediana y 17 accesiones en la categoría pequeña, lo que refleja que pocas accesiones logran alcanzar un porte alto.

**Floración:** De las 38 accesiones en estudio, 10 accesiones florecieron (CEIND01, CAJP04, CETHA08, CETHA14, BLSM, CAJP03, CEIND10, BLHW08, CEIND12, León 3) y 28 accesiones no florecieron (BLSM157, BLSM158, BLSM135, BLSM132, BLSM148, BLSM151, BLSM128, BLSM143, CEIND24, CEIND16, BLHW26, BLHW37, CETHA09, CETHA24, CETHA10, CETHA07, CETHA03, BLPNG03, BLPNG11, BLPNG10, CEMAL12, Villa Sandino, Malanga lila, Santo Tomás, Nueva Guinea, León1, CEMAL14, BLSM120) (Figura 5).

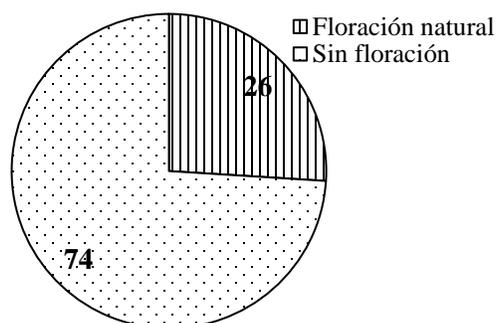


Figura 5. Proporción de floración de 32 accesiones introducidas y seis naturalizadas de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014.

Algunas variedades raramente (o nunca) producen inflorescencias (Ivancic, 2011). En este estudio 10 accesiones florecieron (CEIND01, CAJP04, CETHA08, CETHA14, BLSM111, CAJP03, CEIND10, BLHW08, CEIND12, León3) de los 38 en estudio se demuestra que la

malanga es un cultivo que difícilmente produce inflorescencia lo que dificulta su mejoramiento. Figueroa (2016) en Cuba, evaluó 102 accesiones de malanga, 54 accesiones de la colección cubana y 48 accesiones de malanga introducidas de las Isla Fiji, 19 accesiones introducidas emitieron inflorescencia.

**Peso del cormo (kg):** Según descriptores IPGRI (1999) las accesiones se agrupan en tres categorías de peso: grandes (>2 kg), medianas (0.5-2 kg) y pequeñas (<0.5 kg). 3 accesiones (8%) se agrupan en la categoría mediana (Santo Tomás, BLPNG03, León3), 35 accesiones (92 %) en la categoría pequeña (Malanga lila, BLSM135, CEIND24, BLHW08, CETHA08, BLSM128, CETHA03, CEIND10, BLSM111, CAJP04, CETHA14, BLSM143, BLPNG10, BLHW37, BLSM120, CEIND12, Villa Sandino, BLPNG11, CEMAL12, BLSM132, Nueva Guinea, CEIND16, BLSM148, CETHA24, CEIND01, CETHA10, León1, CETHA09, CETHA07, BLSM158, CAJP03, BLHW26, BLSM151, CEMAL14, BLSM157). Ninguna accesión presentó cormos con peso mayor de 2 kg (Figura 6).

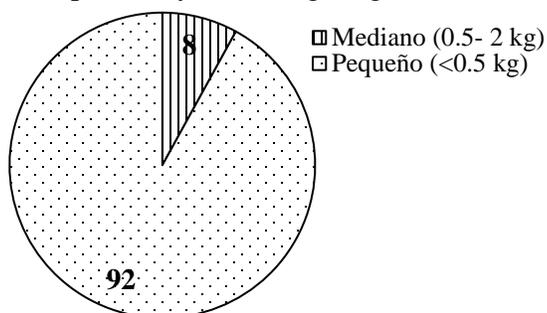


Figura 6. Proporción de peso del cormo de 32 accesiones introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías grandes, medianas y pequeñas a los 186 dds.

**Largo del cormo (cm):** Según descriptores IPGRI (1999) las accesiones se agrupan en tres categorías de longitud: largos (>12 cm), intermedios (8-12 cm) y cortos (<8 cm). 10 accesiones (26%) se agrupan en la categoría larga (BLSM128, BLPNG03, Malanga Lila, Santo Tomás, BLSM135, CETHA03, BLSM120, CEIND24, CETHA08, BLHW37), 22 accesiones (58 %) se agrupan en la categoría intermedia (CAJP04, CEIND10, BLHW08, León3, BLSM132, BLPNG11, CEIND16, BLSM111, BLSM143, BLPNG10, CAJP03, CETHA14, Villa Sandino, Nueva Guinea, CETHA24, CEIND12, CEMAL12, CEMAL14, CETHA10, CEIND01, BLSM158, BLSM148) y 6 accesiones (16 %) se agruparon en la categoría corta (CETHA09, BLSM151, León 1, BLSM157, BLHW26, CETHA07) (Figura 7).

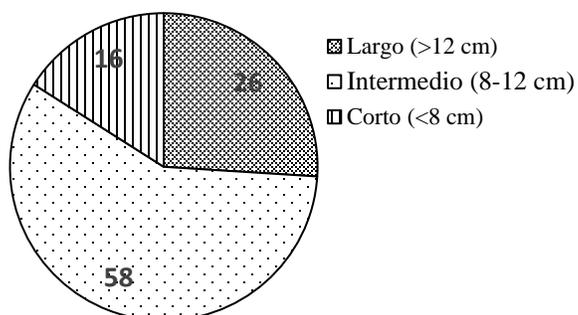


Figura 7. Proporción de largo de corno de 32 accesiones introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca el Plantel-UNA Managua 2014, con categorías largas, intermedias y cortas a los 186 dds.

El IICA (2012) indica que el peso de malanga de exportación debe rondar 1.36 kg y debe ser alargado u ovalado, en este estudio 3 accesiones (Santo Tomás, BLPNG03 y León3) obtuvieron pesos de categoría mediana (0.5-2 kg) las que están en el rango de peso de exportación, y 10 accesiones obtuvieron la categoría alargada los que también están dentro de los parámetros de exportación, y podrían ser aprovechados por los agricultores para aumentar la oferta de exportación y competir en mercados versátiles.

Según Sant *et al.* (2006) se cree que hay alrededor de 2 mil cultivares de Malanga en la región del pacífico de Asia y se requiere de esfuerzos concertados para conservar esa diversidad, ya que garantizará a largo plazo la seguridad alimentaria. De acuerdo con Rao *et al.* (2010) la base genética de la mayor parte de la malanga, fuera del sudeste de Asia, es estrecha y vulnerable a numerosos problemas. Esto es en gran parte resultado de la selección de los agricultores de un número limitado de clones, que llevaron con ellos cuando se trasladaron a nuevas tierras, y la posterior selección en ambientes donde no había tensiones, como las plagas y enfermedades.

En Nicaragua el esfuerzo que se ha logrado con este proyecto para incrementar la variabilidad de malanga debe ser aprovechado por los mejoradores para realizar hibridaciones y contribuir a la mejora del cultivo y por los agricultores para la diversificación de cultivos en sus fincas y mejorar la dieta alimenticia.

#### 4.1.3 Catálogo de 31 accesiones de malanga introducidas y naturalizadas

Se realizó catálogo (Anexo 4) donde se muestran características morfológicas y de rendimiento de 31 accesiones de malanga, un instrumento importante para la identificación de las accesiones introducidas y naturalizadas.

Durante el período del estudio no se registró ataque de plaga o enfermedad que afectará el desarrollo de las accesiones evaluadas.

#### 4.1.4 Calidad organoléptica de accesiones de malanga

En el Cuadro 13 se presentan los valores obtenidos de la encuesta realizada a los productores donde se calificó la textura, sabor, color y aroma de los cormos cocidos. Hubo diferencias en los valores EQS entre las accesiones. BLSM158 registró el mayor EQS (3.41) y CETHA08 el de menor (1.86). De las malangas naturalizadas en Nicaragua, León 1 registró el mayor EQS de las accesiones (2.88) y Nueva Guinea el menor (1.93).

Cuadro 13. Accesiones de malanga con valores de textura, sabor, olor, aroma y EQS, de encuesta realizada en finca Buena Vista (FAREM-UNAN-Matagalpa) 2015

Accesiones	Textura	Sabor	Color	Aroma	EQS	Accesiones	Textura	Sabor	Color	Aroma	EQS
BLSM158	1.86	0.86	0.34	0.36	3.41	BLSM148	1.29	0.56	0.27	0.23	2.34
CETHA03	1.67	1.00	0.37	0.37	3.40	CEIND16	1.21	0.64	0.21	0.27	2.34
BLHW26	1.50	1.10	0.37	0.40	3.37	Santo Tomás	1.08	0.70	0.25	0.25	2.28
BLSM151	1.50	1.10	0.33	0.32	3.25	BLSM128	1.50	0.43	0.16	0.17	2.26
CETHA14	1.36	1.03	0.36	0.37	3.11	CAJP01	1.21	0.47	0.19	0.17	2.04
BLPNG03	1.50	0.90	0.32	0.28	3.00	CEMAL14	1.00	0.50	0.23	0.23	1.97
CETHA24	1.63	0.79	0.24	0.25	2.90	CEIND01	0.93	0.60	0.23	0.20	1.96
León 1	1.67	0.70	0.27	0.25	2.88	Nueva	1.08	0.45	0.23	0.17	1.93
Villa Sandino	1.36	0.90	0.31	0.27	2.84	CETHA10	0.93	0.60	0.20	0.20	1.93
León 3	1.42	0.80	0.27	0.32	2.80	CEIND10	1.33	0.30	0.13	0.13	1.90
BLSM132	1.50	0.69	0.30	0.27	2.76	CETHA08	1.13	0.41	0.16	0.16	1.86
BLSM111	1.29	0.77	0.29	0.29	2.63						
Malanga Lila	1.17	0.65	0.28	0.28	2.38						

Los agricultores del país producen básicamente Malanga Lila. Sin embargo, esta accesión no se encuentra entre las diez mejores accesiones en calidad organoléptica. En cambio, León1, llamado así por el lugar donde se seleccionó, es una accesión realmente desconocido por los agricultores nicaragüenses, fue seleccionado en las plantaciones comerciales de Malanga Lila por presentar características distintas y se propagó individualmente. Presentó altos valores en rendimiento y EQS.

La malanga también es parte de los hábitos alimentarios de la población de países como Cuba, República Dominicana entre otros, porque es el primer alimento que las madres (afrodescendientes, mestizas o blancas) dan a sus pequeños después de la leche materna, en forma de papilla

Bioversity International (2016) mencionan que los estudios sobre la composición de los alimentos demuestran que puede haber diferencias importantes en el contenido de los nutrientes tanto dentro de cada especie como entre las especies alrededor del mundo y recomiendan mantener una biodiversidad alimentaria variada en las fincas, en los espacios naturales y en los mercados para suavizar las fluctuaciones estacionales en lo referente a los alimentos con una mayor concentración de nutrientes y ofrecer opciones ricas en nutrientes durante las épocas de escasez.

De las accesiones naturalizadas Malanga Lila y León3 presentaron comportamientos llamativos. Ambas accesiones están adaptados a las condiciones edafoclimáticas nicaragüense. Malanga Lila es una accesión profusamente cultivado en el país, de exportación y posiblemente él que el agricultor reconoce fácilmente. En el estudio generalmente obtuvo los valores sobresalientes en las variables morfológicas y de rendimiento

De acuerdo con Cooper *et al.* (2010) en muchos cultivos la cantidad de variabilidad que está disponible para la selección es bastante limitado. Varios cultivos tienen una intrínseca estrecha base genética causada por los cuellos de botella en la domesticación, por la migración o por los efectos epistáticos y las enfermedades. Otros tienen una estrecha base genética derivada de la falta de diversidad en las prácticas de mejora anteriores. Los mejoradores tienden a utilizar cultivares favoritos existentes como base para la generación de otros nuevos, ya que necesitan para generar ganancias a corto plazo, y porque, a menudo, se ven obligados a cumplir con las exigencias del mercado estrictos para la uniformidad. De hecho, hay una tendencia a prestar más atención a la adaptación a través de la selección que a la generación de nueva variabilidad o el mantenimiento de la capacidad de adaptación.

Las accesiones BLHW26, BLPNG03, BLSM151, BLSM157, BLSM158, CEIND24, CETHA03, CETHA14, Malanga Lila y León3 que presentaron valores sobresalientes en variables morfológicas, rendimiento o calidad organoléptica fueron seleccionados para la segunda etapa del proyecto y fueron establecidos en las zonas de mayor producción de malanga en el país Matagalpa y Boaco para ampliar la oferta de cultivares en producción y potenciar nuevos hábitos de consumo.

Ramírez *et al.* (2010) menciona que el cambio climático (variables climáticas en precipitación y temperatura) representa un fenómeno relacionado estrechamente con la alimentación de la

humanidad, puesto que conlleva una tendencia generalizada de reducción en la producción agropecuaria. La diversidad introducida de malanga permitirá el uso de accesiones de malanga en zonas donde tradicionalmente no se cultiva malanga debido a las pocas precipitaciones.

Los programas y estrategias para enfrentar el cambio climático deben incluir los conceptos adaptación, incertidumbre, vulnerabilidad y resiliencia (FAO, 2011). La diversidad genética contenida en las accesiones de malanga evaluados en este estudio puede servir con esos propósitos. Varias de las accesiones introducidos, aunque no registraron altos valores en morfología y rendimientos, se sabe son resistentes y/o tolerantes al TLB.

#### **4.2 Comportamiento agronómico de accesiones promisorias de malanga en Matagalpa y Boaco**

Las accesiones BLHW26, BLPNG03, BLSM151, BLSM157, BLSM158, CEIND24, CETHA03, CETHA14, Malanga Lila y León3, fueron seleccionadas como accesiones promisorias en la etapa anterior.

##### **4.2.1 Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorios de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) FAREM, Matagalpa.**

*Variables morfológicas:* A los 75 dds se presentaron alturas de planta entre 17.3 y 24.42 cm, a los 217 dds alturas de planta entre 47 y 56.82 cm y a los 273 dds entre 56.7 y 70.87 cm, la accesión BLHW26 presentó la mayor altura en las tres evaluaciones. El diámetro de pseudotallo a los 75 dds se presentaron entre 2.43 y 3.52 cm, a los 217 dds entre 5.85 y 6.3 cm y a los 273 dds entre 5.86 y 8.07 cm. Se registraron áreas foliares entre 114.60 y 200.62 cm<sup>2</sup> a los 75 dds, entre 692.00 y 958.01cm<sup>2</sup> a los 217 dds y a los 273 dds entre 602.42 y 948.72 cm<sup>2</sup>. En número de hojas todas las accesiones incrementaron el número de hojas desde los 75 hasta los 273 dds, a excepción de la accesión León3 que disminuyó la cantidad de hojas a los 273 dds. A los 75 dds no se presentó número de hijos, a los 217 dds se registraron entre 7 y 11 hijos, a los 273 dds entre 5 y 10 hijos (Figura 8).

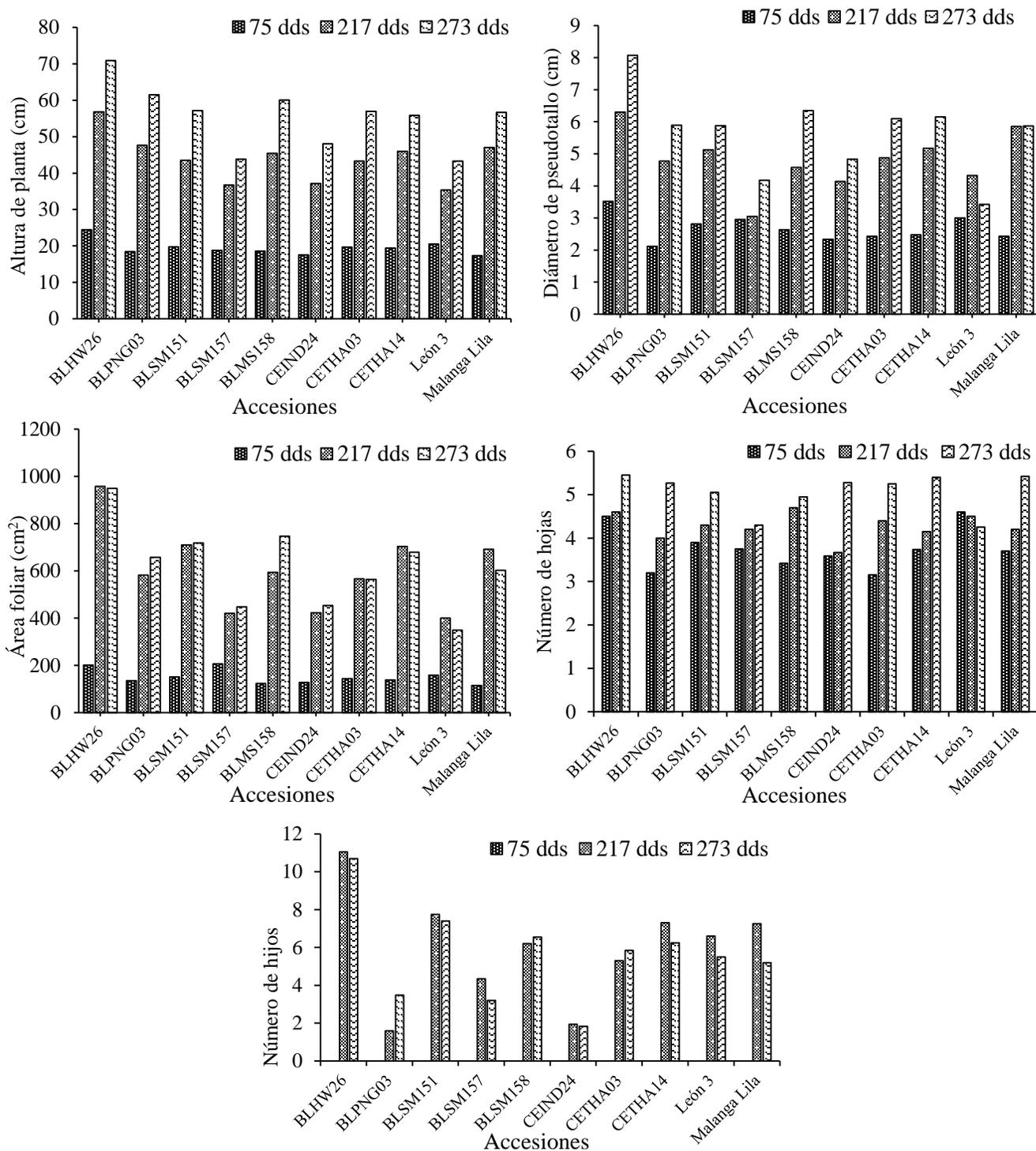


Figura 8. Altura de planta (cm), diámetro de pseudotallo (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), número de hojas y número de hijos evaluados a los 75, 217 y 273 dds en el estudio Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorios de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) FAREM, Matagalpa.

**Variables de rendimiento:** Hubo diferencias estadísticas entre las accesiones en las variables de rendimiento evaluadas. La accesión BLHW26 fue estadísticamente superior en todas las variables de rendimiento (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza de largo, ancho y peso de cormo, número de estructuras de reproducción y peso de estructuras de reproducción evaluados al momento de la cosecha (240 dds) en el estudio Comportamiento agronómico de 10 accesiones promisorios de malanga FAREM, Matagalpa

Accesión	Largo de cormo (cm)	Ancho de cormo (cm)	Peso de cormo (g)	Número de estructuras de reproducción	Peso de estructuras de reproducción (g)	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>
BLHW26	13.53 a	7.84 a	708.75 a	26.88 a	642.60 a	9.02 a
BLPNG03	9.03 de	6.96 abc	369.73 b	4.83 c	126.39 d	4.71 b
BLSM151	12.40 ab	6.84 abc	512.66 ab	22.04 ab	536.29 abc	6.52 ab
BLSM157	8.58 e	5.85 c	245.70 b	17.29 ab	295.31 bcd	3.13 b
BLSM158	11.78 a-d	7.42 ab	512.66 ab	20.83 ab	432.34 a-d	6.52 ab
CEIND24	8.50 e	6.08 bc	283.50 b	13.75 bc	274.05 cd	3.61 b
CETHA03	11.95 abc	6.91 abc	448.88 ab	21.88 ab	428.79 a-d	5.71 ab
CETHA14	11.10 bcd	6.62 abc	472.50 ab	18.17 ab	407.53 a-d	6.01 ab
Malanga Lila	11.22 a-d	6.73 abc	396.90 ab	17.42 ab	444.15 a-d	5.05 ab
León3	9.58 cde	6.12 bc	266.96 b	20.50 ab	618.98 ab	3.40 b
p-valor	<0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0001
R <sup>2</sup>	0.73	0.7	0.64	0.72	0.63	0.64
CV	16.7	15.15	56.1	41.8	59.67	56.07

Los rendimientos obtenidos por la accesión introducida BLHW26 fue de 9.02 t ha<sup>-1</sup> los que se acercaron al rendimiento nacional 9.7 t ha<sup>-1</sup> registrado en el 2016 (FAO, 2020), y superando a Malanga lila (5.05 t ha<sup>-1</sup>) que es una accesión naturalizada y se siembra comúnmente por los agricultores, según FAO (2020) se ha reportado una caída drástica en los rendimientos de los últimos años, para 2015 se reportaron 19.17 t ha<sup>-1</sup> y para 2016 y 2017 se reportaron 10 t menos (9.7-9.6 t ha<sup>-1</sup> respectivamente).

#### 4.2.2 Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorias de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) La Florida, Boaco

**Variables morfológicas:** A los 114 dds se presentaron alturas de planta entre 34.47 y 42.95 cm, y a los 218 dds alturas de planta entre 46 y 63.86 cm. La accesión BLSM157 presentó la mayor altura de planta a los 218 dds. Se registraron áreas foliares entre 270.08 y 617.78 cm<sup>2</sup>

a los 114 dds y entre 314.32 y 915.90 cm<sup>2</sup> a los 218 dds. En el diámetro de pseudotallo a los 114 dds se presentaron entre 3.46 y 4.57 cm y a los 218 dds 2.77 y 6.03 cm. La accesión BLSM157 mantuvo un incremento en número de hojas en ambas evaluaciones, las demás accesiones disminuyeron la cantidad de hojas a los 218 dds. La accesión León 3 registró una disminución en el número de hijos a los 218 dds, el resto de las accesiones registró un aumento en la cantidad de hijos de los 114 a los 218 dds (Figura 9).

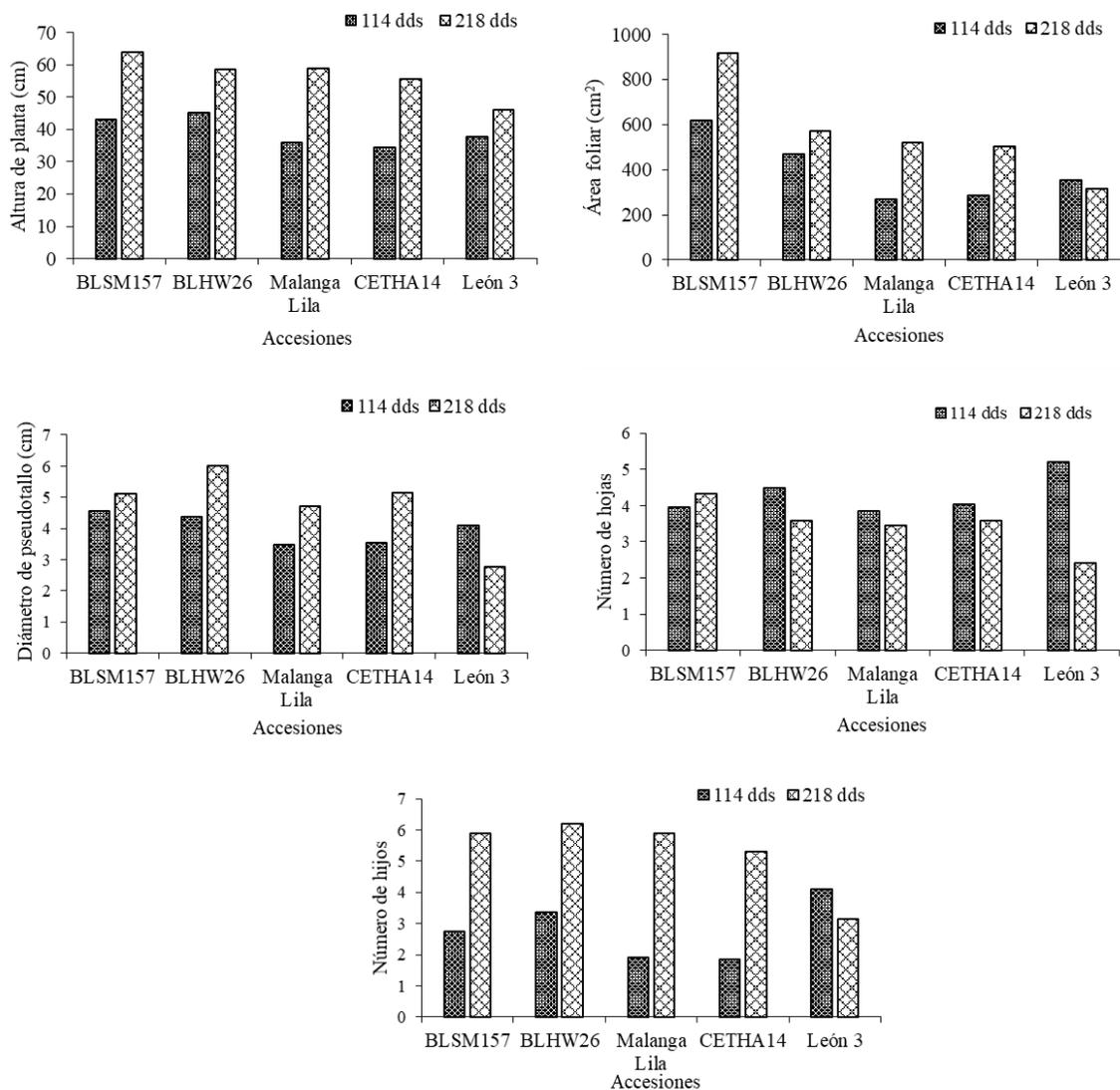


Figura 9. Altura de planta (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), diámetro de pseudotallo (cm), número de hojas y número de hijos evaluados a los 114 y 218 dds en el estudio Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorios de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en La Florida Boaco.

**Variables de rendimiento:** En largo de cormo la accesión BLHW26 fue superior estadísticamente. BLSM157 fue superior estadísticamente en número y peso de estructuras de reproducción. No hubo diferencias estadísticas entre las accesiones en ancho y peso de cormo (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de varianza de largo, ancho y peso de cormo, número de estructuras de reproducción y peso de estructuras de reproducción evaluados al momento de la cosecha (238 dds) en el estudio Comportamiento agronómico de cinco accesiones promisorios de malanga, La Florida Boaco.

Accesiones	Largo de cormo (cm)	Ancho de cormo (cm)	Peso de cormo (g)	Número de estructuras de reproducción	Peso de estructuras de reproducción (g)	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>
BLHW26	13.27 a	7.93 a	533.92 a	37.29 ab	1443.46 ab	6.79 a
BLSM157	10.60 bc	8.06 a	429.97 a	43.38 a	1656.08 a	5.47 a
CETHA14	11.50 bc	6.97 a	382.72 a	30.63 ab	978.06 bc	4.87 a
Malanga Lila	11.94 ab	6.91 a	333.11 a	26.63 b	819.77 c	4.24 a
León 3	10.06 c	7.14 a	471.70 a	31.42 ab	1514.34 ab	6.00 a
p- valor	<0.0001	0.532	0.4343	0.0145	0.0004	0.4343
R <sup>2</sup>	0.76	0.72	0.44	0.62	0.74	0.44
CV	10.85	16.14	63.51	35.55	38.74	63.51

#### 4.3 Conservación de las accesiones en bancos de germoplasma en campo y banco de germoplasma *in vitro*

Los recursos genéticos vegetales para la agricultura y la alimentación son la base para la seguridad agroalimentaria mundial, por lo que se han iniciado programas de conservación y se han establecido bancos de genes con el objetivo de coleccionar y mantener la diversidad genética, para satisfacer las necesidades continuas de diferentes usuarios (Kameswara, 2004).

Para conservar *ex situ* germoplasma de raíces y tubérculos, plátanos y bananos se utilizan diversos métodos según las condiciones ambientales y los medios y conocimientos disponibles. En el caso de los cultivos de propagación vegetativa es conveniente utilizar una combinación de técnicas de almacenamiento en lugar de depender de una sola. Entre las técnicas más utilizadas figuran los bancos de genes conservados en el campo, los de genes en semillas, los de genes *in vitro* y la crioconservación (Roca, 1994).

En general, la conservación de germoplasma responde a dos objetivos el primero consiste en conservar material a largo plazo, con la intención de preservar la información genética de las accesiones; el segundo comprende el mantener el material que está actualmente en uso o que se usará pronto.

### 4.3.1 Banco de germoplasma en campo

Se conservaron 30 accesiones de malanga entregadas al INTA-CNIA. Se conservaron entre cinco y 110 plantas por accesión y se obtuvieron un número de 1077 plantas totales conservadas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Accesiones establecidas en banco de germoplasma en INTA-CENIA, y plantas totales por accesión a los 234 dds.

No.	Accesiones	Plantas establecidas /accesión	Plantas totales/ Accesión	No.	Accesiones	Plantas establecidas /accesión	Plantas totales/ accesión
1	BLHW26	5	45	16	CEIND12	5	40
2	BLSM	5	5	17	CEIND16	10	110
3	BLSM120	5	0	18	CEIND24	5	25
4	BLSM128	10	33	19	CEMAL14	5	20
5	BLSM132	5	40	20	CETHA10	10	10
6	BLSM143	2	6	21	CETHA03	5	34
7	BLSM148	5	50	22	CETHA07	5	37
8	BLSM151	5	15	23	CETHA08	5	30
9	BLSM157	5	10	24	CETHA14	5	35
10	BLSM158	5	45	25	CETHA24	5	10
11	BLPNG03	5	16	26	León1	5	42
12	BLPNG14	10	10	27	León3	10	88
13	CAJP04	5	17	28	Malanga Lila	10	104
14	CEIND01	3	4	29	Santo Tomás	12	110
15	CEIND10	5	46	30	Villa Sandino	10	40
<b>Totales</b>						<b>187</b>	<b>1077</b>

Los bancos de germoplasma constituyen el esfuerzo mejor orientado para reunir y mantener la diversidad genética de los cultivos y contrarrestar las constantes modificaciones de la agricultura, la perturbación de los ecosistemas y la regresión de las vegetaciones naturales (Milián, 2008). Se cree que hay alrededor de dos mil cultivares de malanga en la región del Pacífico. Existe una diversidad significativa de malanga en la región, especialmente en Papúa Nueva Guinea (PNG). Se requieren esfuerzos concertados para conservar esta diversidad, ya que se ha producido una erosión genética significativa debido a la intensificación agrícola, plagas, enfermedades, desastres naturales y disturbios civiles. Estos factores continúan teniendo un impacto en la diversidad genética. La diversidad de malanga es importante para la seguridad alimentaria a

largo plazo, como se destacó en el caso del brote de la enfermedad del tizón de la hoja del taro (TLB) en Samoa en 1993 (Sant *et al.*, 2006).

Los bancos de genes de campo son el método de conservación común utilizado para el germoplasma de malanga en el Pacific Island Countries (PICs). Sin embargo, los bancos de genes de campo no han demostrado ser sostenibles debido a calamidades naturales, ataques de plagas y patógenos, negligencia, abuso, recursos limitados y luchas civiles. El almacenamiento de semillas no es una opción, ya que muchos cultivares de malanga no florecen de forma natural. Para aquellos cultivares que lo hacen naturalmente, el almacenamiento de semillas no es una opción porque la naturaleza ortodoxa de las semillas de malanga todavía debe ser confirmada. El almacenamiento *in vitro* (crecimiento lento) ofrece ventajas como la protección contra calamidades naturales y ataques de plagas y enfermedades, pero se ve afectado negativamente por la falta de mano de obra, altos costos de establecimiento y funcionamiento de laboratorios y fuentes no confiables de electricidad (Sant *et al.*, 2006).

#### 4.3.2 Banco de germoplasma *in vitro*

De las 31 accesiones de malanga establecidas en la primera fase *in vitro* (establecimiento) solo 21 accesiones se lograron conservar, debido a contaminación microbiológica que causaron muerte de 10 accesiones. Después de siete meses se conservaron entre cinco y 235 plantas por accesión y 710 plantas totales en medio de cultivo nutritivo de multiplicación. (Cuadro 17, Figura 10)

Cuadro 17. Accesiones establecidas *in vitro* en medio de multiplicación y plantas totales por accesión después de siete meses, en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Facultad de Agronomía de la UNA.

No.	Accesiones	No. Frascos	Plantas totales	No.	Accesiones	No. Frascos	Plantas totales
1	BLSM111	2	10	12	CEIND 10	3	15
2	BLSM 120	3	15	13	CEIND 24	8	40
3	BLSM 151	2	10	14	CETHA 07	1	5
4	BLSM 157	3	15	15	CETHA 14	2	10
5	BLSM 158	30	150	16	CETHA 24	47	235
6	BLPNG 03	3	15	17	CEMAL 14	6	30
7	BLPNG 14	5	25	18	Villa Sandino	1	5
8	BLPNG 143	4	20	19	León1	2	10
9	BLHW 26	3	15	20	Malanga Lila	2	10
10	CEIND 01	5	25	21	León3	6	30
11	CEIND 12	4	20				
<b>Totales</b>						<b>142</b>	<b>710</b>



Figura 10. Proceso de multiplicación de plantas y conservación en cuarto de crecimiento. (a.) Plantas *in vitro* de accesiones de malanga establecidas en medio MS. (b.) Preparación de accesiones de malanga para su limpieza (c.) Corte y limpieza del material vegetal (d.) Accesiones de malanga sembradas para su conservación. (e.) Banco de germoplasma de las accesiones de malanga en el cuarto de crecimiento.

El cultivo de tejidos permite conservar *in vitro* un amplio rango de especies en diversos tipos de muestra como plantas completas, semillas, retoños, yemas, ápices caulinares, meristemas, óvulos, embriones, células en suspensión, protoplastos, anteras, polen y ADN. La conservación *in vitro* de germoplasma se centra en controlar el crecimiento normal de explantes viables reduciéndolo o deteniéndolo, manipulando ya sea la constitución del medio de cultivo y/o las condiciones de almacenamiento (Jaramillo y Baena 2000).

No existen estándares para el tamaño de muestras de propágulos vegetativos conservados en campo o *in vitro* pero generalmente se mantienen entre 3 y 20 repeticiones por accesión. La viabilidad se monitorea mediante observaciones o pruebas, dependiendo del tipo de muestra (Jaramillo y Baena 2000).

Rao (2010) menciona que es fundamental comprender el alcance y la distribución de la diversidad genética de malanga y en el esfuerzo de conservación se debe considerar las diferencias entre cultivos de raíces y tubérculos que son propagados vegetativamente y otros

como cereales que son propagados por semillas. Rao *et al* (2010) indica que la malanga se propaga principalmente de forma vegetativa y es difícil de conservar, su importancia comercial es en gran parte local, por lo que los agricultores han sido los principales usuarios y custodios de la diversidad genética de la malanga.

Según Rao *et al* (2010) se ha prestado menos atención a la recolección y conservación de germoplasma o mejoramiento de variedades de malanga, y con el crecimiento de la población humana, la industrialización y la creciente dependencia de unos pocos productos básicos globales para satisfacer las necesidades del mundo, la pérdida de las variedades locales de malanga se vuelve cada vez más serias por lo que se necesitan estrategias globales y medidas locales eficaces para proteger este cultivo que se adapta bien a muchos usos y entornos en los países en desarrollo.

De acuerdo con Li *et al* (2010) los cultivos de raíces y tubérculos producen más calorías por unidad de área y tiempo que los cereales, como la población mundial aumenta y la necesidad de producir más alimentos en un área de tierra finita se vuelve más aguda, se amplifica la importancia de los cultivos de raíces y tubérculos por lo que se crea la necesidad de coleccionar, conservar y utilizar la diversidad genética de los cultivos de raíces y tubérculos, incluida la malanga, se convierte en imperativo.

La malanga es un cultivo importante dentro de las raíces y tubérculos y según Rao *et al* (2010) se puede cultivar en tierras altas de secano, en bosques, huertos familiares y arrozales y algunas accesiones se adaptan particularmente bien a tierras difíciles, como pantanos y diferentes partes de la planta pueden ser utilizadas como alimento: cormos, cormelos, hojas, pecíolos e incluso flores. La diversidad de malanga introducida a Nicaragua puede incrementar la dieta alimenticia y contribuir con la seguridad alimentaria en diferentes zonas del país incrementando además la biodiversidad funcional de los agrosistemas en proceso de conversión agroecológica. MacRae *et al.* (1990) menciona que la mayoría de agricultores en proceso de conversión deben incrementar su seguridad, diversificando los cultivos para aumentar la resiliencia ante las fluctuaciones del cambio climático.

En agroecología existen seis principios y según Nicholls *et al* (2015) pueden ser aplicados mediante prácticas y estrategias y cada uno tiene diferentes efectos sobre la productividad, estabilidad y resiliencia. Estos principios fueron presentados por Gliessman (1998) y menciona como cuarto principio minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos

mediante el mejoramiento, conservación y regeneración de los recursos suelo, agua y biodiversidad agrícola, el quinto principio plantea la diversificación de especies y de recursos genéticos en el agroecosistema a través del tiempo, espacio y paisaje y el sexto principio indica el aumento de las interacciones biológicas y las sinergias entre los componentes de la diversidad biológica agrícola, promoviendo así los procesos y servicios ecológicos claves.

Para Burlingame (2014) los sistemas agroecológicos se caracterizan por la diversidad genética y de especies. En cambio, el sello distintivo de la agricultura industrial es la reducción radical de la diversidad, habida cuenta de que se concentra en la producción de tres cultivos principales (arroz, trigo y maíz), que representan más del 55 por ciento de la ingesta energética humana en la mayoría de los entornos urbanos. Si las comunidades se vuelven a conectar con un sistema alimentario más agroecológico, es posible aumentar la diversidad de la alimentación y, por tanto, obtener mejoras en la nutrición y en la salud humana. La malanga aporta entre un 15-39% de carbohidratos, 2-3% de proteína y un 70- 77% de agua; tiene un valor nutritivo comparable a las papas y de mayor digestibilidad (Zapata & Velásquez, 2013), lo que lo convierte en un cultivo que puede contribuir a la seguridad alimentaria de las familias nicaragüenses.

## V. CONCLUSIONES

- Las accesiones recibidas se adaptaron en su mayoría a las diferentes condiciones edafoclimáticas en que se sembraron en Nicaragua y difirieron significativamente en morfología, rendimiento y calidad organoléptica. Hubo un aumento de la diversidad del cultivo de malanga en Nicaragua.
- Las accesiones BLHW26, BLPNG03, BLSM151, BLSM157, BLSM158, CEIND24, CETHA03, CETHA14, Malanga Lila y León 3 presentaron los mayores valores en morfología, rendimiento y calidad organoléptica, siendo de interés productivo, de sabor interesante y aceptable por los agricultores.
- Se elaboró un catálogo de las 31 accesiones estudiadas donde se muestran las características morfológicas y cualitativas de cada uno de ellos.
- Se conservaron exitosamente 30 accesiones en campo (1077 plantas) y 21 accesiones *in vitro* (710 plantas).

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios con las mejores accesiones de malanga en diferentes zonas del país.
- Proteger y conservar las accesiones de malanga introducidos para mantener la base genética en el país.
- Utilizar el germoplasma de malanga para realizar estudios de mejora genética donde se puedan obtener nuevos cultivares que se adapten a las condiciones adversas del cambio climático.
- Realizar intercambios de germoplasma de las accesiones de malanga con cooperativas de productores y con instituciones públicas y privadas para incrementar la oferta de cultivares de malanga en el mercado.

## VII. LITERATURA CITADA

- ADDAC (Asociación para la Diversificación y el Desarrollo Agrícola Comunal). 2009. *Análisis de la Cadena de Valor de Malanga Rancho Grande, Matagalpa, Nicaragua*. (En línea). NI. Consultado 20 ene 2016. Disponible en: [http://addac.org.ni/files/attachments/documentos/Analisis\\_cadena\\_malanga\\_.pdf](http://addac.org.ni/files/attachments/documentos/Analisis_cadena_malanga_.pdf)
- APAC (Asociación Pueblos en Acción Comunitaria). 2004. *Guía Técnica del Cultivo de Malanga*. Nicaragua. 120 p.
- Arias, H.A. 2018. La agroecología y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) 2030, en el ámbito rural. 22p.
- Atung, C. y Komolong, B. 2013. Preliminary evaluation of exotic taro cultivars under Buvia condition in Papua Nueva Guinea. 22 p.
- Bioversity International. 2016. La incorporación de la biodiversidad agrícola en sistemas alimentarios sostenibles: Fundamentos científicos para un Índice de agrobiodiversidad – Resumen. Roma, Italia.
- Biradar RS, Venkateswarali T, Hrish N. Leaf area estimation in Colocasia. 1978. J. Root Crops. ;4:51-53
- Bouroncle C, Imbach P, Läderach P, Rodríguez B, Medellín C, Fung E. 2014. La agricultura de Nicaragua y el cambio climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación? Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). 8 p.
- Burlingame, B. 2014. Priority Agriculture-Environmental-Nutrition Linkages for Sustainable Diets. In IOM (Institute of Medicine). Sustainable diets: Food for healthy people and a healthy planet Workshop summary. Washington, DC, The National Academies Press.
- CHEMONICS Internacional INC. 2004. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola. El cultivo de malanga coco (*Colocasia esculenta*). Recuperado de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01C965cm.pdf>
- Cooper, H.D.; Spillane, C.; y Hodgkin T. 2001. Broadening the Genetic Base of Crops: an Overview. En: Broadening the Genetic Base of Crop Production. Pp. 1-24
- Enríquez, D; y Mairena, E. 2011. Efecto de dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha sobre el rendimiento de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) para exportación. Boaco-Nicaragua 2011. Managua, NI. Universidad nacional agraria. 32p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, siglas en inglés). 2011. Agricultural biotechnologies in developing countries. International conference.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, siglas en inglés).2020. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

- Figuroa, A. Y. 2016. Identificación de progenitores potenciales para la hibridación de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) en Cuba. Tesis de maestría. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Santa Clara Cuba. 95 p.
- Góngora, G.K. 2016. Morfología, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizados en Nicaragua. San Ramón, Matagalpa, 2015. Trabajo de Pregrado. Universidad Nacional Agraria. Managua. Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3424/1/tnf30g638.pdf>
- Gliessman, SR. 1998. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2012. Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de raíces y tubérculos. Managua, Nicaragua. 121p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2020. Resumen meteorológico anual León, Masaya, Managua.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2000. El cultivo de quequisque. Guía tecnológica, Managua, Nicaragua. 24 pp.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1999. Descriptors for Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Roma, Italia.
- Ivancic, A. 2011. Hybridisation of taro. Recuperado de [http://www.ediblearoids.org/Portals/0/Documents/WP3Breeding\\_Evaluation/Hybridisation\\_taro.pdf](http://www.ediblearoids.org/Portals/0/Documents/WP3Breeding_Evaluation/Hybridisation_taro.pdf)
- Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de recursos fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombi. 128 p.
- Kameswara, R.N. 2004. Plant genetic resources advancing conservation and use through biotechnology. African Journal of Biotechnology. 3(2):136-145.
- Lebot, V; Ivancic, A; Quero, J. 2006. Comparative performance of local and introduced cultivars of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) in Vanuatu. In: Proceedings of the 14Th symposium of the international society for tropical root crops. Thiruvananthapuram, Kerala, India. 20-26 Nov. 2006.
- Li Xixiang, Shen Di, Zhu Dewei, Yang Yongping, Xu Jianchu, Zhou Mingde, P. Eyzaguirre and W.G. Ayad. 2010. Ethnobotany and genetic diversity of taro in Yunnan, China – analyses of diversity using multiple techniques In: The Global Diversity of Taro Ethnobotany and Conservation. 98-120 p.
- López, M., Vásquez, E. & López, F. (1984). *Raíces y tubérculos*. Pueblo y educación, Universidad Central de las Villas, Cuba.

- MacRae, RJ; Hill, SB; Mehuys, GR; Henning, J. 1990. Farm-scale agronomic and economic - conversion from conventional to sustainable agriculture. In *Advances in agronomy*. 43, 155-198.
- Manzanares, R. 2008. ABC cambio climático Nicaragua. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Marksim. 2020. Marksim DSSAT weather file generator (en línea). Recuperado de: <http://gismap.ciat.cgiar.org/MarkSimGCM/#tabs-2>
- Milán, P. 2009. Apuntes sobre el cambio climático en Nicaragua. Managua, Nicaragua. 1a ed. 234 p.
- Milián J, M. 2008. Caracterización de la variabilidad de los cultivares de la colección cubana de germoplasma del género *Xanthosoma* (araceae). tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias biológicas. fac. de biología, Universidad de la Habana - Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba, 122 p
- MINAG (Ministerio de la Agricultura de Cuba). 2018. Instructivo Técnico del Cultivo de la Malanga en Cuba. La Habana Cuba. 29 p.
- Monge, E. 2011. Evaluación de alternativas sustentables como biofertilizantes en malanga (*Colocasia esculenta*) en el municipio de Actopan
- Nicholls, C. Altieri, M. y Vazquez, L. 2015. Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología* 10: 61-72
- Ramírez, D., Ordaz, J., Mora, J., Acosta, A., y Serna, B. 2010. Nicaragua efectos del cambio climático sobre la agricultura. México, D. F. Impreso en Naciones Unidas. 72 p.
- Rao, R; Matthews P, Eyzaguirre P; y Hunter D. 2010. The Global Diversity of Taro: Ethnobotany and Conservation. Bioersivity International, Rome, Italy. ISBN 978-92-9043-867-0
- Rivers, E. 2007. Incidencia del virus del mosaico del dasheen (DsMV) y producción de plantas libres del virus en malanga (*Colocasia* spp.). Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 32p
- Robin, G. 2008. Commercial dasheen (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *esculenta*) Production and post-harvest protocol for the OECS.
- Roca, W. 1994. Conservación de germoplasma de yuca *in vitro*. Principios y técnicas. CIAT, 63 p
- Sant, R., Taylor M., y Tyagi A. 2006. Cryopreservación of *in vitro*-grown shoot tips of tropical taro (*Colocasia esculenta* var. *esculenta*) by vitrificación, *27*(3), 133-142.
- Tittonell P. 2017. Principios de la Agroecología. Agroecología para la Seguridad Alimentaria y Nutrición - Actas del Simposio Internacional de la FAO. p. 17-39
- Villalta Cano, F.R. (2011). Impacto socioeconómico del cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) en las familias productoras del Municipio El Tuma-La Dalia periodo 2008-2009 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Matagalpa, Nicaragua.

Wilson, J. E. Cocoyam. 1984. The physiology of tropical field crops. Edited by Peter R. Goldsworthy y N.M. Fisher.

Zapata, J., & Velásquez, C. 2013. Estudio de la producción y comercialización de la malanga: Estrategias de incentivo para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Etapas en que se desarrolló la investigación de evaluación de accesiones de malanga en cuatro zonas de Nicaragua 2011-2016.



Anexo 2. Accesiones recibidas procedentes del SPC y aclimatadas en bolsas de propileno con sustrato en el vivero UNA.



Anexo 3. Formato de encuesta para evaluación de la calidad organoléptica de las diferentes accesiones de malanga.

Accesión	Textura				Sabor				Color				Aroma			
	Firme	Suave	Pegajosa	Harinosa	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M

E: Excelente, B: Bueno, R: Regular, M: Malo

Anexo 4. Catálogo de 31 accesiones de malanga introducidas y naturalizadas en Nicaragua.

Código: **BLHW 26**

Origen: **Hawai**

Estolones	No
Altura de planta	Mediana
Inflorescencia	No
Hijos	0
Color de peciolo	Verde claro
Color de raíces	Rosadas
Color de pseudotallo	Verde Claro

### Lámina

Forma	Plana
Orientación	Horizontal
Margen	Completo
Color	Verde normal
Variegación	Ausente

### Cormo

Forma	Cónico
Peso	pequeño
Color pulpa	Blanca puntos púrpura
Longitud	Corta



**Altura de la planta:** Pequeña (<50cm), Mediano (50-100cm), Alta (>100 cm),

**Peso de cormo:** Pequeño (<0.5kg), Mediano (0.5-2kg), grande (>2kg). **Longitud del cormo:** Corto (<8 cm), Intermedio (8-12cm), Largo (>12cm)

Código: **BLPNG 03**

Origen: **Papúa Nueva Guinea**

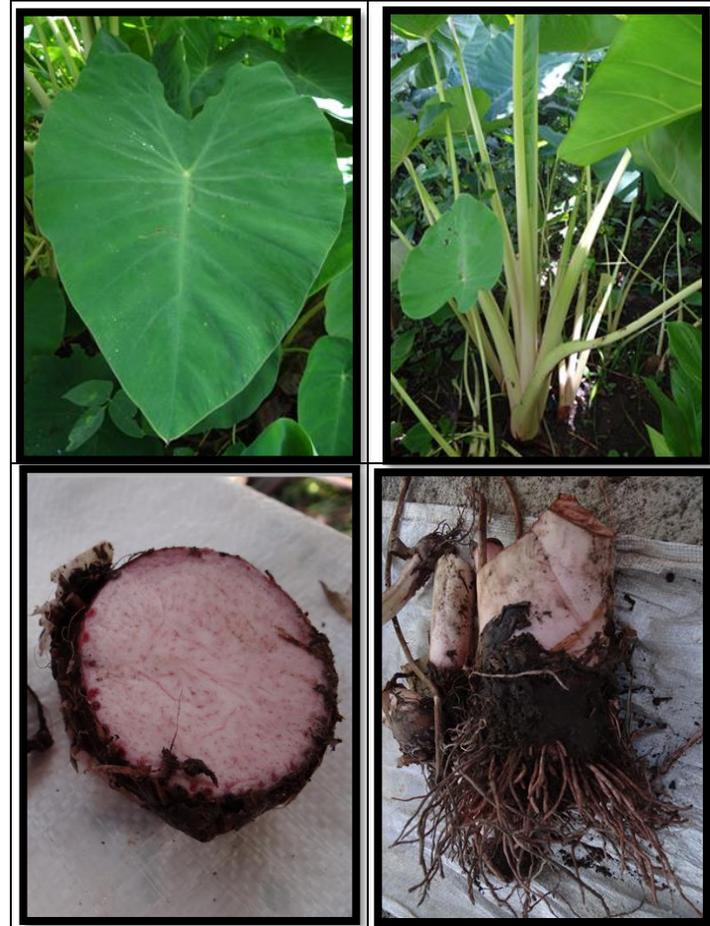
Estolones Si  
Altura de planta Alta  
Inflorescencia No  
Hijos 4.6  
Color de peciolo Verde claro  
Color de raíces Rosadas  
Color de pseudotallo Verde rosada

**Lámina**

Forma De copa  
Orientación Semi horizontal  
Margen Completo  
Color Verde normal  
Variegación Ausente

**Cormo**

Forma Cilíndrico  
Peso Pequeño  
Color pulpa Rosada  
Longitud Intermedio



Código: **BLPNG 10**

Origen: **Papúa Nueva Guinea**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de las raíces  
Color de pseudotallo

No  
Mediana  
No  
7  
Verde claro  
Rosadas  
Verde claro

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Semi vertical  
Completo  
Verde normal  
Presente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
Pequeño  
Blanca  
Corta



Código: **BLSM**

Origen: **Samoa**

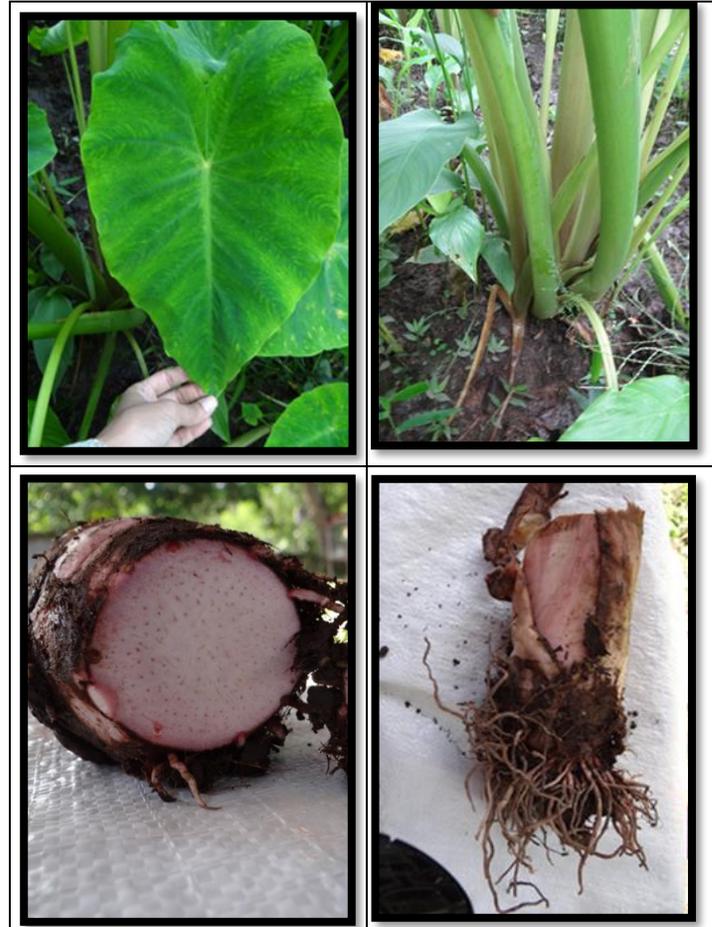
Estolones	Si
Altura de planta	Mediana
Inflorescencia	No
Hijos	1
Color de peciolo	Verde claro
Color de raíces	Rosadas
Color de pseudotallo	Verde rosado

**Lámina**

Forma	Plana
Orientación	Semi horizontal
Margen	Completo
Color	Verde normal
Variegación	Presente

**Cormo**

Forma	Redondo
Peso	Pequeño
Color pulpa	Rosada
Longitud	Corta



Código: **BLSM 120**

Origen: **Samoa**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si  
Alta  
Si  
7.8  
Púrpura oscura  
Blancas  
Púrpura

**Lámina**

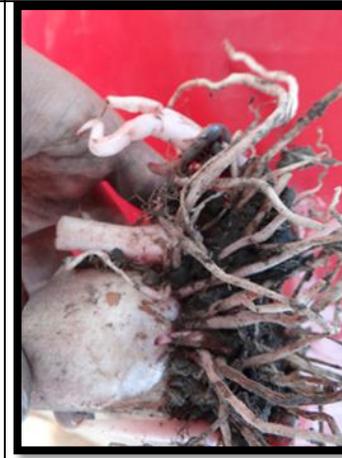
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi vertical  
Completo  
Púrpura oscuro  
Presente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
Pequeño  
Blanca con puntos café  
Intermedio



Código: **BLSM 128**

Origen: **Samoa**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Mediana  
No  
3.6  
Café Púrpura  
Blancas  
Púrpura

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Vertical  
Ondas pequeñas  
Verde oscuro  
Presente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeño  
Amarilla  
Intermedio



Código: **BLSM 132**

Origen: **Samoa**

Estolones

Si

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

5.6

Color de peciolo

púrpura oscuro

Color de raíces

Rosadas

Color de pseudotallo

Verde púrpura

### Lámina

Forma

Plana

Orientación

Horizontal

Margen

Completo

Color

Verde oscuro

Variegación

Presente

### Cormo

Forma

Cónico

Peso

Pequeño

Color pulpa

Blanca

Longitud

Corta



Código: **BLSM 143**

Origen: **Samoa**

Estolones

Si

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

2.6

Color de peciolo

Verde claro

Color de raíces

Rosadas

Color de pseudotallo

Verde Claro

### Lámina

Forma

De copa

Orientación

Semi horizontal

Margen

Ondas pequeñas

Color

Verde normal

Variegación

Ausente

### Cormo

Forma

Redondo

Peso

pequeño

Color pulpa

Blanca puntos púrpuras

Longitud

Corta



Código: **BLSM 148**

Origen: **Samoa**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No  
Mediana  
No  
12.4  
Verde claro  
Blancas  
Verde Claro

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Horizontal  
Ondas pequeñas  
Blancuzco  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeño  
Blanca  
Corta



Código: **BLSM 151**

Origen: **Samoa**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No\*  
Pequeña  
SI  
1  
Verde claro  
Rosadas  
Verde

**Lámina**

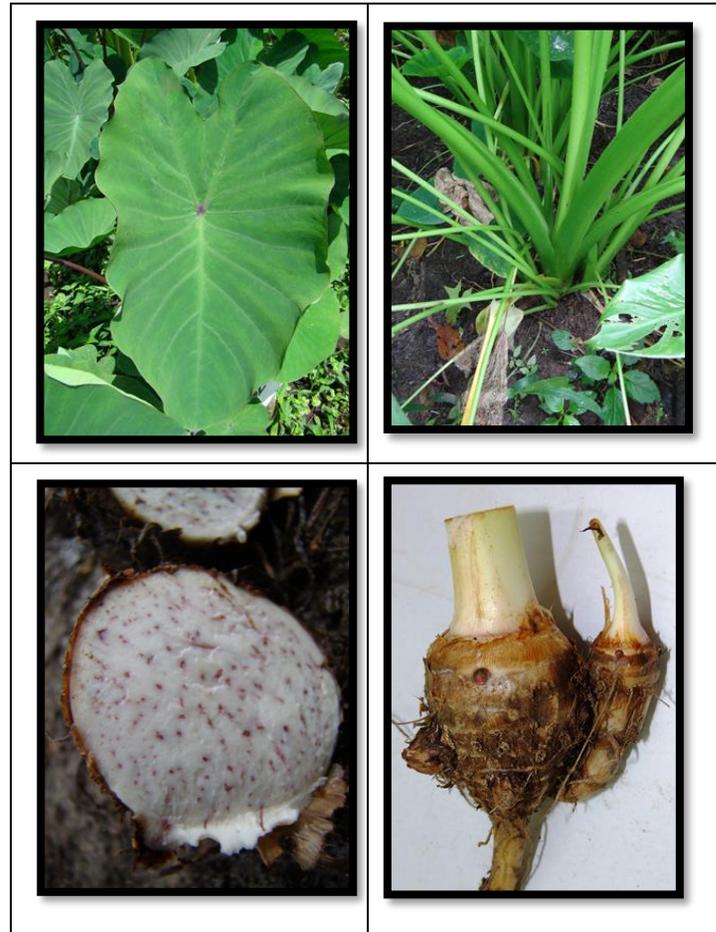
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Semi vertical  
Completo  
Verde normal  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
Pequeño  
Blanca puntos púrpura  
Corta



Código: **BLSM 157** Origen: **Samoa**

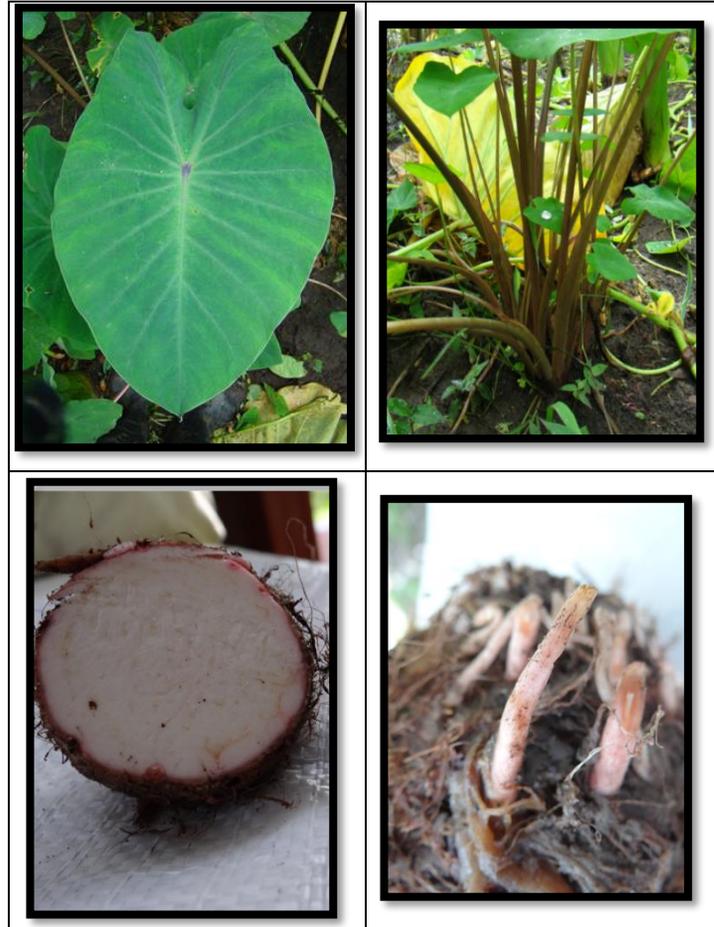
Estolones	Si
Altura de planta	Pequeña
Inflorescencia	No
Hijos	2
Color de peciolo	Verde claro
Color de raíces	Rosadas
Color de pseudotallo	Café púrpura

### Lámina

Forma	De copa
Orientación	Semi horizontal
Margen	Completo
Color	Verde Oscuro
Variegación	Presente

### Cormo

Forma	Redondo
Peso	Pequeño
Color pulpa	Blanca
Longitud	Corta



Código: **BLSM 158**

Origen: **Samoa**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No  
queña  
No  
5  
Verde claro  
Rosadas  
Púrpura

### **Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi horizontal  
Completo  
Verde oscuro  
Ausente

### **Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeño  
Blanca puntos púrpura  
Corta



Código: **CAJP 04**

Origen: **Japón**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Mediana  
Si  
5.4  
Verde claro  
Blancas  
Verde claro

### Lámina

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Semi vertical  
completo  
blancuzco  
Ausente

### Cormo

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
Pequeño  
Blanca puntos amarillos  
Corta



Código: **CEIND 01**

Origen: **Indonesia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Mediana  
No  
2.5  
Verde claro  
Blanco  
Verde

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Lóbulos caídos  
Punta hacia abajo  
Ondas grandes  
Verde normal  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color Pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeño  
Blanca  
Corta



Código: **CEIND 10**

Origen: **Indonesia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Alta  
Si  
5  
Purpura oscuro  
Blancas  
Verde oscuro

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Bordes Caídos  
Semi horizontal  
Ondas pequeñas  
Verde oscuro  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
Pequeño  
Blanco puntos amarillos  
Corta



Código: **CEIND 12**

Origen: **Indonesia**

Estolones

Si

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

4.4

Color de peciolo

Café purpura

Color de raíces

Rosadas

Color de pseudotallo

Verde púrpura

### **Lámina**

Forma

Plana

Orientación

Semi horizontal

Margen

Completo

Color

Verde normal

Variegación

Ausente

### **Cormo**

Forma

Redondo

Peso

pequeño

Color pulpa

Amarillo

Longitud

Corta



Código: **CEIND 16**

Origen: **Indonesia**

Estolones

Si

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

7.4

Color de peciolo

Verde claro

Color de raíces

Blancas

Color de pseudotallo

Verde claro

### **Lámina**

Forma

Lóbulos caídos

Orientación

Semi horizontal

Margen

Ondas pequeñas

Color

Verde oscuro

Variegación

Ausente

### **Cormo**

Forma

Cónico

Peso

pequeño

Color pulpa

Blanca

Longitud

Corta



Código: **CEIND 24**

Origen: **Indonesia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No  
Alta  
No  
6  
Verde claro  
Rosadas  
Verde claro

### **Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Lóbulos caído  
Semi horizontal  
Ondas grandes  
Amarillo  
Presente

### **Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
pequeño  
Blanca  
Intermedio



Código: **CEMAL 14**

Origen: **Malasia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si  
Mediana  
SI  
3.8  
Verde claro  
Blancas  
Verde clato

**Lámina**

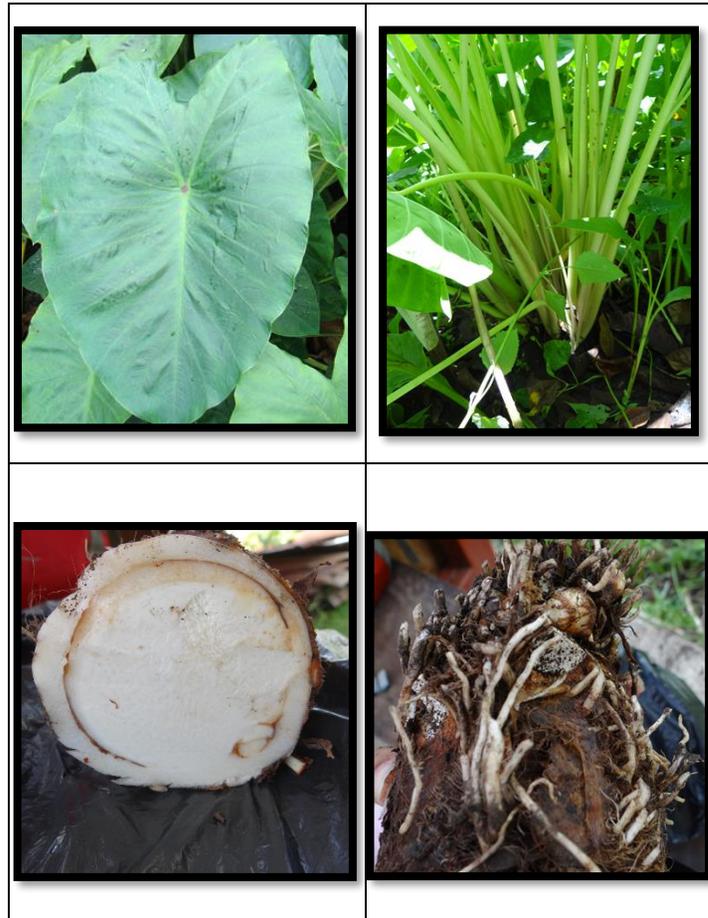
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Semi horizontal  
Ondas grandes  
Purpura claro  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
pequeño  
Blanca  
Corta



Código: **CETHA 03**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No  
Mediana  
No  
6.5  
Verde claro  
Blancas  
Verde

### **Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi horizontal  
Completo  
Verde normal  
Ausente

### **Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
pequeño  
Blanca puntos púrpura  
Intermedio



Código: **CETHA 07**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Mediana  
No  
1  
Verde claro  
Rosadas  
Verde

**Lámina**

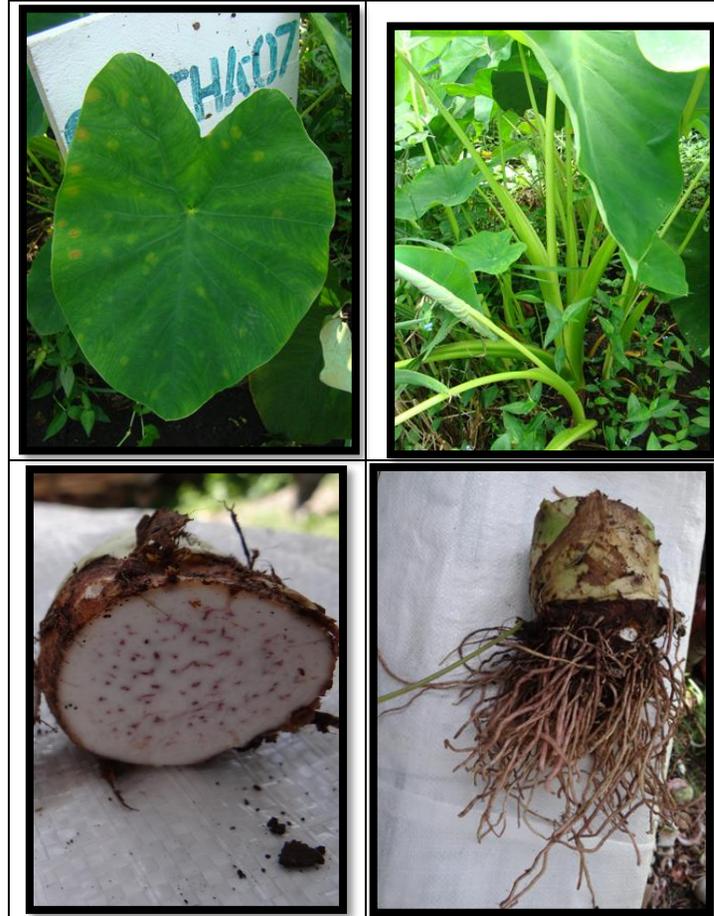
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi horizontal  
Completo  
Verde oscuro  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
pequeño  
Blanca puntos púrpura  
Corta



Código: **CETHA 08**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Alta  
Si  
5.8  
Purpura oscuro  
Blancas  
Verde oscuro

### Lámina

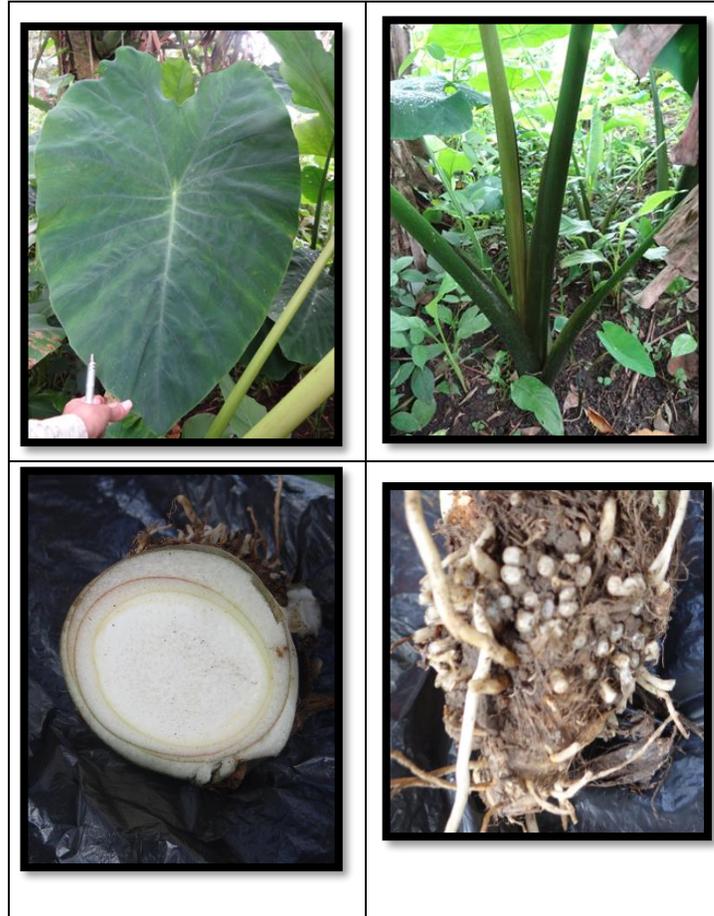
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi horizontal  
Ondas pequeñas  
Verde oscuro  
Ausente

### Cormo

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondo  
pequeña  
Blanca  
Intermedia



Código: **CETHA 10**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

No  
Mediana  
No  
6  
Púrpura oscuro  
Rosadas  
Púrpura oscuro

**Lámina**

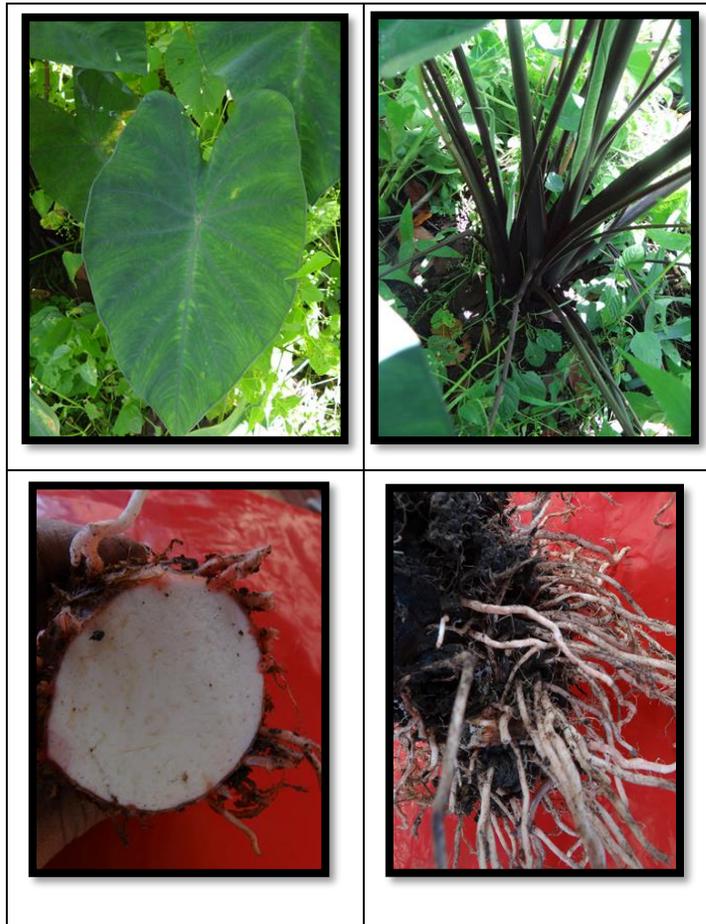
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Semi Horizontal  
Completo  
Purpura claro  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeña  
Blanca con  
Corta



Código: **CETHA 14**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si  
Alta  
Si  
5.4  
Verde claro  
Rosadas  
Verde claro

**Lámina**

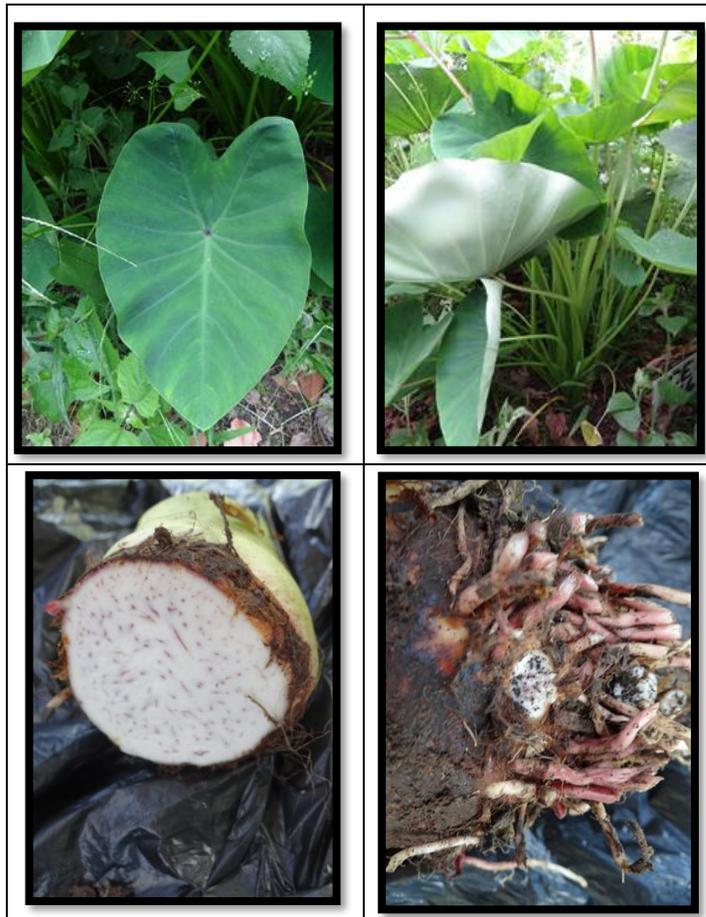
Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Semi horizontal  
Ondas pequeñas  
Verde normal  
Ausente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeño  
Blanca puntos púrpura  
Corta



Código: **CETHA 24**

Origen: **Tailandia**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si  
Mediana  
No  
4.2  
Verde claro  
Rosadas  
Verde claro

### **Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

De copa  
Horizontal  
Completo  
Verde normal  
Ausente

### **Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Cónico  
Pequeña  
Blanca puntos amarillos  
Corta



Código: **León 1**

Origen: **Nicaragua**

Estolones  
Altura de planta  
Inflorescencia  
Hijos  
Color de peciolo  
Color de raíces  
Color de pseudotallo

Si\*  
Mediana  
Si  
3.6  
Verde claro  
Rosas  
Verde claro

**Lámina**

Forma  
Orientación  
Margen  
Color  
Variegación

Plana  
Semi Horizontal  
Completo  
Verde normal  
Presente

**Cormo**

Forma  
Peso  
Color pulpa  
Longitud

Redondas  
Pequeña  
Blanca  
Corta



Código: **León 3**

Origen: **Nicaragua**

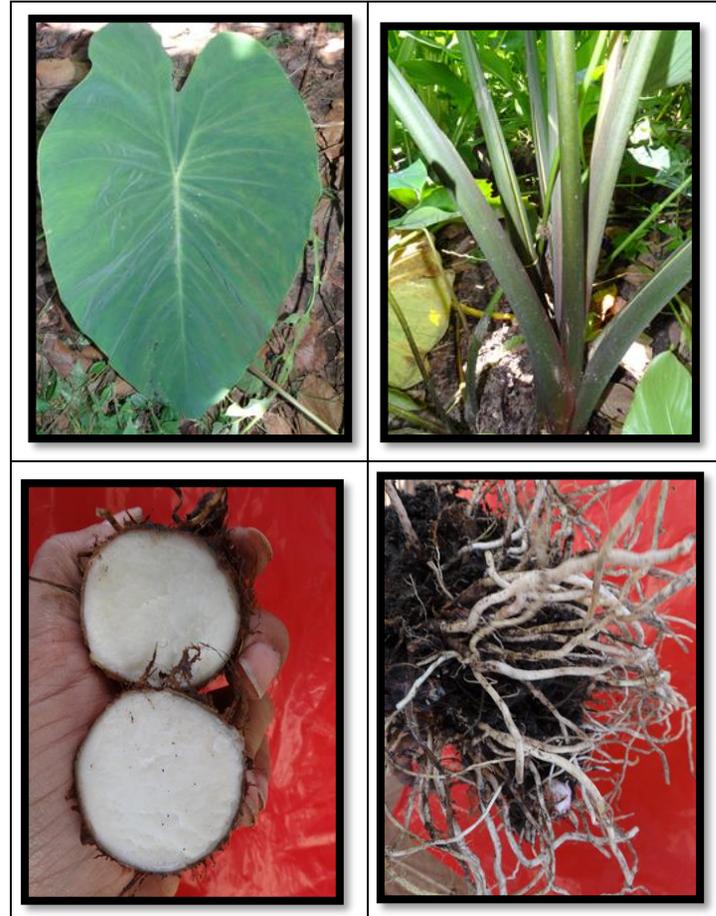
Estolones	Si
Altura de planta	Alta
Inflorescencia	Si
Hijos	6.3
Color de peciolo	Verde claro
Color de raíces	Blancas
Color de pseudotallo	Verde oscuro

**Lámina**

Forma	De copa
Orientación	Semi horizontal
Margen	Completo
Color	Verde oscuro
Variegación	Ausente

**Cormo**

Forma	Cónico
Peso	Mediano
Color pulpa	Blanca
Longitud	Corta



Código: **Malanga Lila**

Origen: **Nicaragua**

Estolones

No\*

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

8.6

Color de peciolo

Verde oscuro

Color de raíces

Rosadas

Color de pseudotallo

Verde

### Lámina

Forma

De copa

Orientación

Semi Horizontal

Margen

Completo

Color

Verde oscuro

Variegación

Ausente

### Cormo

Forma

Cilíndrico

Peso

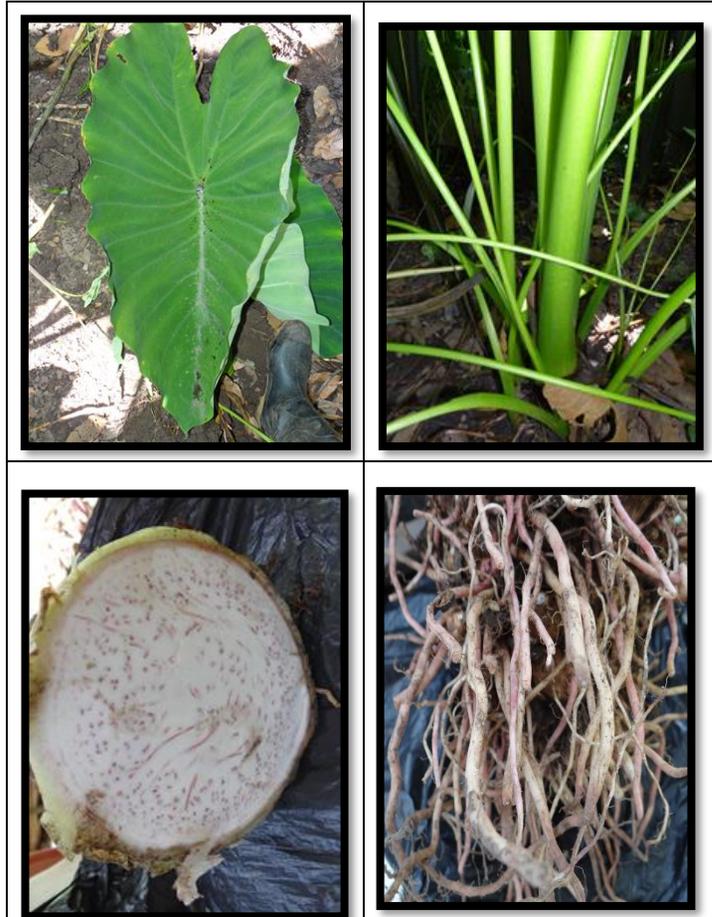
pequeños

color pulpa

Blanco puntos púpra

Longitud

Intermedio



Código: **Nueva guinea**

Origen: **Nicaragua**

Estolones

No

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

Si

Hijos

4

Color de peciolo

Verde claro

Color de raíces

Rosadas

Color de pseudotallo

Verdde

### Lámina

Forma

De copa

Orientación

Semi horizontal

Margen

Completo

Color

Verde normal

Variegación

Presente

### Cormo

Forma

Redondo

Peso

Pequeña

Color pulpa

Rosada puntos rojos

Longitud

Corta



Código: **Santo Tomás**

Origen: **Nicaragua**

Estolones

No\*

Altura de planta

Mediana

Inflorescencia

No

Hijos

8.8

Color de peciolo

Verde claro

Color de raíces

Blancas

Color de pseudotallo

Verde claro

### Lámina

Forma

De copa

Orientación

Semi horizontal

Margen

Ondas pequeñas

Color

Amarilla

Variegación

Ausente

### Cormo

Forma

Redondo

Peso

Mediano

Color pulpa

Blanca

Longitud

Intermedia



**Código: Villa Sandino 2**

**Origen: Nicaragua**

Estolones	No
Altura de planta	Mediana
Inflorescencia	No
Hijos	2.8
Color de peciolo	Café purpura
Color de raíces	Rosadas
Color de pseudotallo	Verde purpura

**Lámina**

Forma	Lóbulos caídos
Orientación	Semi horizontal
Margen	Ondas pequeñas
Color	Verde oscuro
Variegación	Ausente

**Cormo**

Forma	Redondo
Peso	Pequeña
Color pulpa	Blanca
Longitud	Corta



