



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# Universidad Nacional Agraria

Facultad de Agronomía

Trabajo de graduación

**Morfología, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizados en Nicaragua. San Ramón, Matagalpa, 2015.**

Autor

Kenneth José Góngora García

Asesores

Dr. Guillermo del Carmen Reyes Castro

Ing. Heeidy Guadalupe Corea Narváez

Ing. Rosario del Socorro García Loáisiga

Agosto 2016, Managua, Nicaragua



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

# Universidad Nacional Agraria

Facultad de Agronomía

Trabajo de graduación

## **Morfología, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos de malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) y seis naturalizados en Nicaragua. San Ramón, Matagalpa, 2015**

•

Autor

Kenneth José Góngora García

Asesores

Dr. Guillermo del Carmen Reyes Castro

Ing. Heeidy Guadalupe Corea Narváez

Ing. Rosario del Socorro García Loáisiga

Trabajo presentado a la consideración del honorable tribunal examinador, para optar al título de ingeniero agrónomo.

Agosto 2016, Managua, Nicaragua

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
General	3
Específicos	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
3.1. Ubicación geográfica del estudio	4
3.2. Genotipos de malanga introducidos y naturalizados evaluados	4
3.3. Manejo agronómico	5
3.4. Variables evaluadas	5
3.5. Análisis de datos	7
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	8
4.1. Morfología	8
4.2. Rendimiento	17
4.3. Calidad organoléptica	21
4.4. Relación de los mejores genotipos en todas la variables	22
<b>V. CONCLUSIONES</b>	28
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	29
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	30
<b>VIII. ANEXOS</b>	32

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) registrada entre los meses de marzo-octubre 2015 en San Ramón, Matagalpa (INETER, 2016).	4
Cuadro 2.	25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa incluidas en el estudio.	5
Cuadro 3.	Variables morfológicas evaluadas en las plantas de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 104 y 139 dds.	6
Cuadro 4.	Variables de rendimiento evaluadas en las plantas de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa al momento de cosecha.	6
Cuadro 5.	Promedio de altura de planta categoría estadística (cm) de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds.	8
Cuadro 6.	Promedio y categoría estadística del diámetro de pseudotallo de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds en la finca.	10
Cuadro 7.	Promedio y categorías estadísticas de longitud y ancho de la hoja (cm) de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 139 dds.	12
Cuadro 8.	Promedio de número de hijos de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds en la finca.71, 106 y 139 dds.	15
Cuadro 9.	Promedio y categorías estadísticas de longitud de cormo (cm) a la cosecha de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.	17
Cuadro 10.	Promedio y categorías estadísticas del peso de cormo de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena	19

Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

Cuadro 11.	Número y peso de cormelos de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 al momento de cosecha.	20
Cuadro 12.	10 genotipos de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con los mayores valores de textura, sabor, olor, aroma y EQS.	21
Cuadro 13.	Relación de los 10 genotipos de malanga establecidos en la finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con los mayores valores en las variables morfológicas y de rendimiento.	22
Cuadro 14.	Ordenamiento de los genotipos de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, según su peso y EQS	24

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con altura mínima, media y máxima a los 139 dds.	9
Figura 2.	Altura promedio de planta (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.	9
Figura 3.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con diámetro del pseudotallo mínimo, medio y máximo a los 139 dds.	11
Figura 4.	Diámetro promedio del pseudotallo (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.	11
Figura 5.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con longitud de la hoja mínima, media y máxima.	13
Figura 6.	Longitud promedio de hoja (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.	13
Figura 7.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con ancho de hoja mínimo, medio y máximo.	14
Figura 8.	Ancho de la hoja (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.	14
Figura 9.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con número mínimo, medio y mayor de hijos por planta.	16
Figura 10.	Número promedio de hijos de tres genotipos seleccionados de malanga	

	establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.	16
Figura 11.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con longitud de corno mínima media y máxima.	18
Figura 12.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con ancho de corno mínimo, medio y máximo.	18
Figura 13.	Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con peso de corno mínimo, medio y máximo.	20

## DEDICATORIA

Con un amor profundo, agradecimiento sin límites, con un corazón que late intensamente y un reconocimiento infinito, dedico a:

La profesora Waleska Dolores García Pérez (q.e.p.d) algo muy mío lo que me ha costado noches y días de estudio, trabajos intensos en el campo, desvelos, momentos muchas veces de gran frustración por no haber alcanzado los resultados u objetivos que había deseado tener en determinadas ocasiones, pero a pesar de eso jamás me rendí y con mayor entusiasmo y mente positiva volvía a replantearlos hasta lograr mi objetivo; perseverancia inculcada por esa madre maravillosa en todo sentido que el Señor desde la eternidad me tenía reservado.

Fue madre, gran amiga, consejera amorosa y firme, que con sus consejos y sobre todo con su ejemplo me hizo una persona responsable, honrada conmigo mismo y con los demás, a valorar y valorarme, a luchar por mis ideales, a no desmayar ante la adversidad que la vida nos presenta a veces.

Hoy mamá Waleska, con una mezcla de alegría y tristeza por no estar físicamente conmigo pero si, espiritualmente, te digo: GRACIAS MAMÁ, GRACIAS POR QUE MEJOR NO PUDISTE SER. Aquí tienes a tu hijo como tú lo querías un profesional. Tus sabios consejos serán siempre el norte en mi vida.

Kenneth José Góngora García



## AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS que te revestiste de un cuerpo y un alma humana, que pensaste con una mente humana, para dejarnos un ejemplo perfecto de la vida. Para mi te convertiste en el Dios cercano, el Dios con nosotros y ser uno de nosotros, por ser mi compañero en este camino y llevarme de la mano hasta completar este ciclo de mi vida y poder coronar mi carrera con gran esfuerzo y dedicación que hoy deposito a tus pies. Gracias señor.

Mariano Góngora González, mi padre que siempre estuvo atento a que no me faltara nada y poder así concluir mis estudios sin problemas económicos.

Luis Daniel Góngora García, ¡qué decir de mi único hermano! Hermano inseparable, amigo fiel, concejero incansable, siempre dispuesto y con gran alegría a tenderme esa mano generosa.

Hermisenda González, abuela paterna, que me brindaste gran ayuda moral y económica y ejemplo de serenidad.

A mi tía paterna Ivonne Góngora González, por acogerme en su hogar en todos estos años de mis estudios universitarios.

A mi tío Ing. Jorge Góngora González. Como una de las personas en las que me inspiró y deseo llegar a ser como el: Fuerte de carácter y sobre todo exitoso. Le agradezco por su ayuda incondicional como profesional. Sus orientaciones, sus indicaciones, su asistencia profesional y técnica fueron decisivas a lo largo de mis estudios.

Mi tía y madrina Clarisa García, la única que ha llenado ese vacío que mi madre dejó en mi corazón al partir a la eternidad; por haberme acogido como un hijo más. Desde siempre la he sentido muy cerca y ahora aún más. Con su gran apoyo económico, sentimental y espiritual en los momentos más difíciles de mi vida.

Ing. Pablo García Pérez. Tío y padrino, por su asistencia especialmente en la etapa de mis prácticas pre profesionales al facilitarme el lugar donde pude llevarlas a cabo mis prácticas de igual manera por brindarme documentación de gran valor y propios de mi carrera, y por sus concejos.

Ramón García y Milagros Hernández. Por decirme siempre “**Aquí estamos**” y brindarme apoyo incondicional.

Ingenieras Heeidy Guadalupe Corea Narváez y Rosario del Socorro García Loáisiga por estar al pendiente de mi documento y darme sus muy valiosas correcciones para que mi trabajo sea muy bueno, por sus consejos y sugerencias que en el trayecto de la tesis que fueron de gran ayuda además del ejemplo que me dan al ser ingenieras provenientes de esta universidad me inspiran confianza al saber el tipo de profesionales que se desarrollan en esta alma mater.

Dr. Guillermo Reyes Castro, profesor a lo largo de mis cinco años de estudio y asesor de mi tesis “GRACIAS” palabra corta o pequeña, que dicha con el corazón alcanza una profundidad y una anchura sin límites. Sus consejos personales, sus orientaciones profesionales y técnicas y por qué no decirlo sus llamados de atención a veces fuertes han contribuido a que hoy este culminando mi tesis y mi carrera. Gracias por ser un gran profesional, amigo y consejero.

A la Universidad Nacional Agraria, mi *Alma mater*, de gran prestigio, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar en ella mis sueños como estudiante, y salir como un profesional con grandes aspiraciones.

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

Kenneth José Góngora García

## RESUMEN

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) es una de las raíces y tubérculos más importantes en Nicaragua, ya que genera recursos al comercializarse a nivel nacional e internacional. La producción nacional del cultivo recae en dos genotipos Malanga Blanca y Malanga Lila. Esta estrecha base genética constituye un riesgo ante los desafíos del cambio climático y las preferencias alimentarias de la población en crecimiento. En 2011 se introdujeron 50 genotipos provenientes del Secretariado de los Países del Pacífico con objetivo incrementar la diversidad genética de la malanga en el país. Se estableció en San Ramón, Matagalpa un ensayo para evaluar la morfología, el rendimiento y la calidad organoléptica de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados. El ensayo se estableció en marzo y se cosechó en octubre de 2015. Se establecieron 10 plantas por genotipo. Se evaluó la altura de planta (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm), ancho y largo de hojas (cm) y número de hijos a los 43, 71, 106 y 139 días después de la siembra (dds). Al momento de la cosecha se evaluó el largo y ancho de cormo (cm), número de cormelos, peso de cormo (kg). La calidad organoléptica se evaluó aplicando una encuesta en taller con agricultores de la zona. Las malangas introducidas y naturalizadas difirieron en morfología, rendimiento y calidad organoléptica. Cinco genotipos mostraron superioridad estadística en todas las variables o en la mayoría de las variables morfológicas y de rendimiento. Malanga Lila, BLPNG 03, BLSM 157, BLSM 151, Santo Tomás, BLSM 158, CEIND 10, León 1, CEMAL 14, BLHW 26 registraron los cormos más pesados como resultado de presentar los mayores valores en la mayoría de las variables morfológicas y de rendimiento. BLPNG 03, BLSM 151, León 1, BLSM 158 y BLHW 26 registraron además altos valores en calidad organoléptica.

Palabras claves: Malanga, genotipos, cambio climático, conservación de germoplasma, calidad organoléptica.

## ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) is one of the most important roots and tubers crops in Nicaragua since it generates incomes to farmers from national and international market. The national taro production relies in two genotypes Malanga Lila y Malanga Blanca. This narrow genetic base constitutes a hazard to the challenges of climate change and the food preferences of the growing population. In 2011, 50 genotypes were introduced from the Secretariat of the Pacific Countries with objective of increase the taro genetic diversity in the country. The experiment was carried out to evaluate the morphology, the performance and the organoleptic quality of 25 introduced and six naturalized genotypes in San Ramón, Matagalpa. The trial was established in March and harvested in October 2015. 10 plants per genotype were established. At 43, 71, 106, 139 days after planting the height of plant (cm), number of leaves, pseudostem diameter (cm), width, and length of leaves (cm) and number of shoots were evaluated. At harvest, the length and width of corm (cm), number of cormels and corm weight (kg) were evaluated. The organoleptic quality was evaluated by applying a survey in a workshop with farmers. The introduced and naturalized taro genotypes differed in morphology, yield and organoleptic quality. Five genotypes showed superiority in all the variables or in most of the morphological variables and yield. Malanga Lila, BLPNG 03, BLSM 157, BLSM 151, Santo Tomás, BLSM 158, CEIND 10, León 1, CEMAL 14, BLHW 26 recorded the heaviest corms as a result of displaying the highest values in the majority of the morphological and yield variables. BLPNG 03, BLSM 151, Leon 1, BLSM 158 and BLHW 26 recorded high values in organoleptic quality.

Key words: taro genotypes, climate change, germplasm conservation, organoleptic quality.

## I. INTRODUCCIÓN

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) es una de las raíces y tubérculos de mayor producción y exportación en Nicaragua. Genera ingresos a agricultores de pequeña escala de Matagalpa, Jinotega, Boaco y el Caribe. Según Enríquez y Mairena (2011) se produce para el autoconsumo de las familias campesinas particularmente en las zonas Central-Norte, Central-Sur y Atlántica (departamentos Boaco, Matagalpa, Región Autónoma Caribe Sur y Región Autónoma Caribe Norte) donde las precipitaciones duran de 9 a 11 meses, con temperaturas que oscilan entre 21-27 °C. En estos departamentos es posible encontrar malangas naturalizadas a las orillas de los ríos y/o cultivadas en parcelas. La producción es destinada al comercio local y al mercado internacional, éste con demanda creciente.

La malanga 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.

En el Pacífico y en un número de relativamente nuevas regiones de cultivo de malanga, la estrecha base genética la ha hecho vulnerable a una variedad de estreses bióticos muy perjudiciales tales como escarabajos de malanga (*Papuana* spp.), el complejo de virus Alomae-Bobone (ABVC) y la más importante enfermedad, el tizón foliar de la malanga (TLB siglas en inglés), causada por *Phytophthora colocasiae* Racib (Lebot *et al.*, 2001; Singh *et al.*, 2010).

De acuerdo con Rao *et al.* (2010) un brote de *Phytophthora* en Samoa en 1993 tuvo gran impacto en lugares dependientes de una o dos cultivares para los mercados locales y de exportación. En el 2010, el país todavía se recuperaba del impacto económico y cultural de las afectaciones. Más recientemente, la introducción de TLB al Caribe en 2004 llevó al colapso casi total del cultivo de la malanga en la República Dominicana, Cuba y Puerto Rico. Un número de países y comunidades pueden correr la misma suerte a menos que tomen medidas para controlar la introducción de los cultivos y asegurar que diverso y resistente germoplasma de malanga se ponga a disposición de los agricultores.

Los productores nacionales utilizan dos cultivares de malanga: Malanga blanca y Malanga lila. El cultivar Malanga blanca es común encontrarlo en charcos y lugares anegados de los departamentos del centro y el Caribe del país (ADDAC, 2009; Enríquez y Mairena, 2011), de pulpa blanca que una vez cocida se torna pastosa. La Malanga lila, llamada también Malanga coco, por la forma que lucen los cormos después de la limpieza y curado en la postcosecha, generalmente se establece en suelo firme, donde desarrolla un cormo redondo o redondeado. Presenta puntos lilas en la masa del cormo, predominantemente blanca. Una vez cocida la masa es de textura porosa y de color rosado-violáceo, de allí el nombre del cultivar.

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. Con objetivo incrementar la diversidad genética de la malanga en el país, en 2011 se introdujeron 50 genotipos provenientes del banco de germoplasma de SPC (Secretariat of Pacific Countries, siglas en inglés del Secretariado de los países del Pacífico), 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).

El presente estudio resume los principales resultados del comportamiento morfológico, rendimiento y calidad organoléptica de 31 genotipos introducidos y naturalizados de malanga en Nicaragua establecidos en San Ramón, Matagalpa, marzo-octubre 2015.

## **II. OBJETIVOS**

### **General**

- Evaluar el comportamiento morfológico, rendimiento y calidad organoléptica de 25 genotipos de malanga introducidos y 6 naturalizados en Nicaragua.

### **Específicos**

- Identificar los genotipos con altos valores en variables morfológicas y de rendimiento de 25 genotipos de malanga introducidos y 6 naturalizados en Nicaragua.
- Definir los genotipos con mejores valores en calidad organoléptica de 25 genotipos de malanga introducidos y 6 naturalizados en Nicaragua.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación geográfica del estudio

El estudio se realizó La finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa) en el municipio San Ramón, departamento de Matagalpa. El municipio San Ramón, limita al norte con el municipio El Tuma-La Dalia, al sur con los municipios Muy Muy y Matagalpa, al este con el municipio Matiguás y al oeste con el municipio Matagalpa. El municipio comprende una extensión territorial de 424 km<sup>2</sup>. La zona presenta áreas montañosas con una altura promedio favorable de 618 msnm (Rojas y Fernández, 2002).

La finca Buena Vista está ubicada a 23 km de la ciudad de Matagalpa, carretera Tuma-La Dalia, con un área de 15 ha, ubicada geográficamente a 13°0.0'18" Latitud norte y 85°05'02" longitud oeste (Rojas y Fernández, 2002).

##### 3.1.1. Condiciones climáticas

El clima del municipio San Ramón es moderadamente fresco y húmedo, está catalogado como clima de sabana tropical húmedo con temperatura promedio de 22°C. La precipitación promedio anual es de 1,400 mm (Rojas y Fernández, 2002).

**Cuadro 1.** Precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%) registrada entre los meses de marzo-octubre 2015 en San Ramón, Matagalpa (INETER, 2016).

Variables climáticas	Meses							
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Precipitación (mm)	0.7	34.7	7.2	158.0	1.9	75.4	28.1	195.1
Temperatura (°C)	25.2	26.9	27.1	26.2	25.6	26.8	26.4	25.5
Humedad (%)	62.0	61.0	64.0	76.0	75.0	73.0	78.0	79.0

#### 3.2. Genotipos de malanga introducidos y naturalizados evaluados

Las plantas de los 31 genotipos de malanga incluidas en el estudio se presentan en el Cuadro 2. Los genotipos en estudio forman parte de la colección de malangas introducidas en 2011 por SPC (Secretariat of Pacific Countries, siglas en inglés del Secretariado de los países del Pacífico), al país y las naturalizadas partes del banco de germoplasma de malanga de la UNA.



**Cuadro 2.** 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa incluidas en el estudio.

No.	Accesiones	Procedencia	Respuesta al TLB	No.	Accesiones	Procedencia	Respuesta al TLB
1	BLHW 26	Hawái	Tolerante	17	CEIND 24	Indonesia	Susceptible
2	BLPNG 03	Papúa Nueva Guinea	Resistente	18	CEMAL 14	Malasia	Resistente
3	BLPNG 10	Papúa Nueva Guinea	Resistente	19	CETHA 10	Tailandia	Susceptible
4	BLSM 120	Samoa	Tolerante	20	CETHA 03	Tailandia	Susceptible
5	BLSM 128	Samoa	Tolerante	21	CETHA 08	Tailandia	Susceptible
6	BLSM 135	Samoa	Tolerante	22	CETHA 14	Tailandia	Susceptible
7	BLSM 148	Samoa	Tolerante	23	CETHA 24	Tailandia	Susceptible
8	BLSM 151	Samoa	Tolerante	24	León 1	Nicaragua	
9	BLSM 157	Samoa	Tolerante	25	Malanga Lila	Nicaragua	
10	BLSM 158	Samoa	Tolerante	26	León 3	Nicaragua	
11	BLSM*	Samoa		27	Nueva Guinea	Nicaragua	
12	CAJP 04	Japón		28	Santo Tomás	Nicaragua	
13	CEIND 01	Indonesia	Susceptible	29	SN 2		
14	CEIND 10	Indonesia	Susceptible	30	SN 3		
15	CEIND 12	Indonesia	Susceptible	31	Villa Sandino	Nicaragua	
16	CEIND 16	Indonesia	Susceptible				

### 3.3. Manejo agronómico

- *Preparación del terreno:* limpieza del terreno para eliminar malezas y piedras. Se realizó riego de presiembra con aspersores 5 días antes de la siembra.  
Hoyado manual con picos a una distancia de siembra de 0.80 m entre plantas y 1.0 m entre surcos.
- *Siembra:* se utilizaron plántulas crecidas del cantero de ensayos anteriores. Se sembraron al menos 10 plantas por genotipo.
- *Fertilización:* Se realizó una fertilización 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
- *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
- *Cosecha:* se realizó a los 195 dds. Las plantas se extrajeron de forma manual y se separó el corno del pseudotallo.

### 3.4. Variables evaluadas

Para evaluar la morfología y el rendimiento de los genotipos de malanga se seleccionaron al azar cinco plantas por genotipo y se marcaron con cintas plásticas para evaluar siempre las mismas plantas.

### 3.4.1. Variables morfológicas

Las variables morfológicas se evaluaron a los 43, 71, 104 y 139 dds y se presentan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Variables morfológicas evaluadas en las plantas de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 104 y 139 dds.

Variables	Forma de medición
Altura de la planta (cm)	Se evaluó en la hoja de mayor altura desde el suelo hasta la inserción de la lámina de la hoja con el pecíolo.
Diámetro del tallo (cm)	Se evaluó en la parte basal del pseudotallo.
Longitud de la hoja (cm)	Desde la punta del ápice hasta la base de la inserción de la lámina foliar con el pecíolo.
Ancho de la hoja (cm)	Evaluado en los lóbulos de la hoja extendidos.
Número de hojas	Conteo de las hojas totalmente formadas.
Número de hijos	Conteo del número de hijos por planta.

### 3.4.2. Variables de rendimiento

Se realizó a los 195 dds y se evaluó las cinco plantas marcadas con cintas plásticas por genotipo.

**Cuadro 4.** Variables de rendimiento evaluadas en las plantas de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa al momento de cosecha.

Variables	Forma de medición
Largo del cormo (cm)	Medida de extremo a extremo del cormo.
Ancho del cormo (cm)	Medida en la parte central del cormo.
Peso del cormo (g)	Peso individual de los cormos.
Número de cormelos	Conteo del número de cormelos por planta.
Peso de cormelos (g)	Peso de los cormelos totales por cormo.

### 3.4.3. Calidad organoléptica de los cormos cocidos

Un día después de la cosecha se realizó un taller sobre el manejo agronómico del cultivo con agricultores de malanga de las zonas aledañas. Se expusieron además los objetivos del proyecto INEA en Nicaragua y se aplicó una encuesta para determinar la calidad comestible (EQS, siglas en inglés) de los cormos cocidos de los genotipos cosechados. La encuesta se presenta en Anexos.

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

- 28 genotipos se enumeraron de manera seguida 1-28.
- Se tomó uno o dos cormos por genotipo, se pelaron y cortaron en pedazos cúbicos de 3 cm y se hirvieron en agua durante 10 minutos aproximadamente. Los trozos se cortaron en

secciones de aproximadamente 1 cm<sup>3</sup> se colocaron en recipientes etiquetados con el número asignado anteriormente.

- El grupo total de agricultores se dividió en dos subgrupos de 10 miembros respectivamente.
- El primer subgrupo evaluó 14 genotipos seleccionados al azar y el segundo subgrupo evaluó los 14 genotipos restantes.
- Cada integrante de los subgrupos degustó cada uno de los genotipos asignados y llenó la encuesta (textura, color, aroma y sabor), reconocido únicamente por el número asignado al azar.

### 3.5. Análisis de datos

Los datos obtenidos de las variables estudiadas, se editaron en hojas electrónicas (Excel) para su posterior análisis con SAS (v 9.2). Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) sobre variables morfológicas y de rendimiento, estableciendo la prueba de separación de medias de Tukey .Se estableció el siguiente modelo aditivo lineal de dos vías.

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

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Las medias fenotípicas

$\mu$  = La media general

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

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

Con las encuestas completadas por los participantes del taller se obtuvo la calidad comestible (EQS, siglas en inglés) de los cormos cocidos de los genotipos 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 genotipo. El puntaje total por parámetro se multiplicó por la constante de ponderación respectiva para resultar en el puntaje final de cada parámetro por genotipo. El EQS final por genotipo se obtuvo sumando el puntaje final de los cuatro parámetros evaluados. Inciso

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Morfología

#### 4.1.1. Altura de planta (cm)

Se registraron diferencias estadísticas en promedios de altura entre los genotipos (Cuadro 5). CEIND 10 registró la mayor altura a los 139 dds (168 cm) y el genotipo BLSM 148 la menor altura (39 cm).

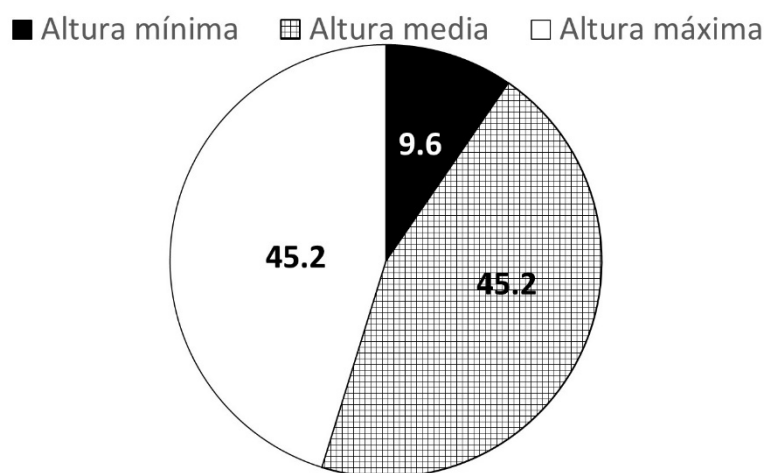
**Cuadro 5.** Promedio de altura de planta categoría estadística (cm) de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds.

Genotipo	Días después de la siembra			
	43	71	106	139
CEIND 10	45.2 a	66.4 abc	113.6 a	168.0 a
Malanga Lila	46.0 a	72.6 a	91.6 abc	158.4 ab
BLHW 26	26.0 ab	56.4 abcdefgh	90.8 abc	148.5 abc
CAJP 04	35.0 ab	65.5 abc	83.5 abcdefg	148.5 abc
BLSM 132	38.8 ab	71.3 ab	88.0 abcde	148.0 abc
BLPNG 03	33.8 ab	63.6 abc	109.0 ab	142.0 abcd
BLPNG 10	42.8 ab	58.6 abcde	102.2 abc	141.2 abcd
Villa Sandino 2	38.6 ab	62.6 abc	66.2 abcdefghi	140.2 abcd
SN 2	41.0 ab	69.0 abc	89.8 abcd	138.0 abcd
BLSM 128	40.8 ab	68.0 abc	92.2 abc	135.8 abcde
León 1	27.0 ab	44.8 abcdefghi	59.8 bcdefghi	125.2 abcdef
BLSM 151	25.4 ab	34.4 cdefghi	69.6 abcdefghi	124.2 bcdefg
BLSM 157	37.0 ab	48.2 abcdefghi	87.0 abcdef	123.6 bcdefg
CETHA 08	38.4 ab	57.6 abcdef	56.2 cdefghi	122.8 bcdefg
BLSM*	32.2 ab	48.8 abcdefghi	59.6 cdefghi	119.0 bcdefg
SN3	39.8 ab	54.0 abcdefghi	80.4 abcdefgh	118.8 cdefg
CEMAL 14	23.0 ab	41.8 abcdefghi	65.8 abcdefghi	112.5 cdefgh
CEIND 24	31.2 ab	36.6 bcdefghi	48.6 defghi	107.6 cdefgh
CETHA 03	22.4 ab	54.2 abcdefghi	55.0 cdefghi	104.4 defgh
Santo Tomás	26.6 ab	38.6 bcdefghi	56.6 cdefghi	103.6 defgh
CEIND 12	25.6 ab	44.5 abcdefghi	60.8 bcdefghi	92.5 efgh
BLSM 158	30.0 ab	34.0 defghi	57.5 cdefghi	91.0 fgh
CETHA 10	31.8 ab	41.4 abcdefghi	63.2 bcdefghi	90.4 fgh
León 3	35.6 ab	60.6 abcd	67.8 abcdefghi	89.6 fgh
CEIND 01	22.0 ab	24.2 hi	41.0 ghi	88.2 fgh
CETHA 24	19.5 ab	25.2 ghi	38.4 hi	83.6 fgh
CETHA 14	24.0 ab	36.6 cdefghi	45.5 efghi	83.2 gh
CEIND 16	22.4 ab	28.6 efghi	46.2 defghi	81.6 ghi
Nueva Guinea	30.8 ab	34.0 defghi	49.5 defghi	73.0 hi
BLSM 120	20.2 ab	26.3 fghi	41.5 fghi	69.0 hi
BLSM 148	17.0 b	21.8 i	25.8 i	39.4 i
CV (%)	32.20	26.10	24.40	14.10
R <sup>2</sup>	0.50	0.70	0.70	0.80

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ).

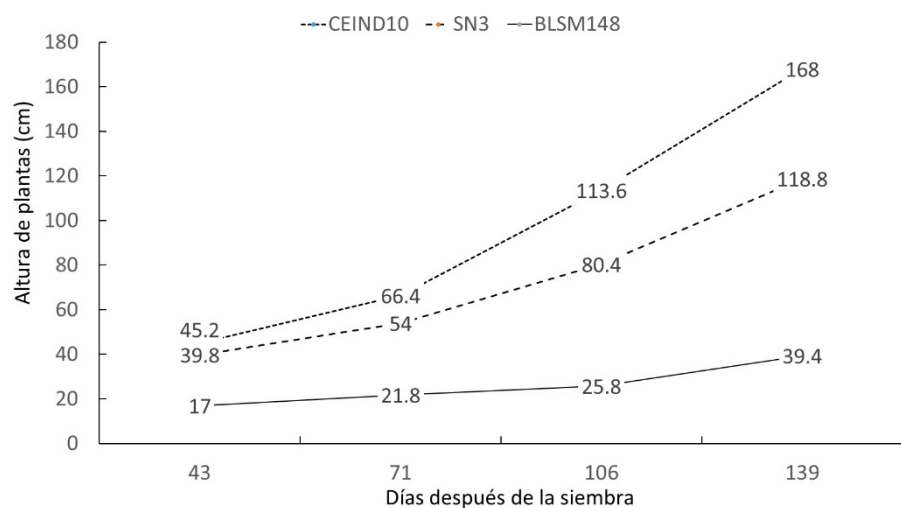
De las malangas naturalizadas en el país Malanga Lila registró la mayor altura (158.4 cm) y Nueva Guinea la menor altura (73 cm).

Tres genotipos (9.6%) registraron alturas entre 39.4-80.00 cm, 14 genotipos (45.2%) alturas entre 80.0-120.0 cm y 14 genotipos (45.2%) alturas mayores de 120.0 cm (Figura 1).



**Figura 1.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga con altura mínima, media y máxima a los 139 dds. Establecidos en la finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015,

Los genotipos aumentaron la altura de planta con el aumento de los dds (Figura 2). Algunos genotipos, como el BLSM 148, crecieron poco. Sin embargo, CEIND 10, creció cuatro veces más que el BLSM 148 a partir de los 71 dds.



**Figura 2.** Altura promedio de planta (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga a los 43, 71, 106 y 139 dds. Establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

#### 4.1.2. Diámetro de pseudotallo (cm)

El Cuadro 6 presenta los promedios y categorías estadísticas de diámetro del pseudotallo de los genotipos a los 43, 71, 106 y 139 dds. CEIND 10 registró el mayor diámetro a los 139 dds (13.2 cm) y BLSM 148 registró el menor diámetro (2.7 cm).

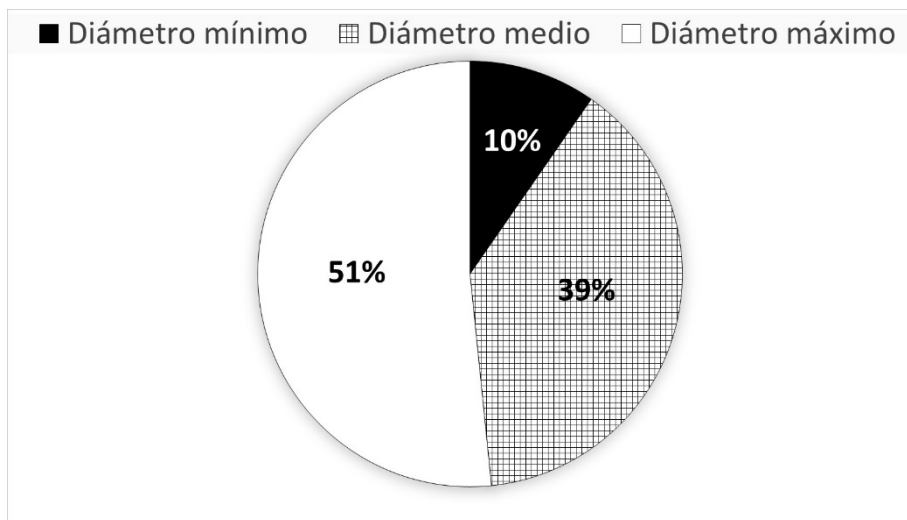
**Cuadro 6.** Promedio y categoría estadística del diámetro de pseudotallo de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds en la finca.

Accesiones	Días después de la siembra			
	43	71	106	139
CEIND 10	3.6 bc	6.4 abc	8.5 abc	13.2 a
Villa Sandino 2	4.6 bc	5.5 abcde	6.4 abcde	12.2 ab
BLHW 26	3.9 bc	5.2 abcde	8.6 ab	12.0 ab
Malanga Lila	3.8 bc	8.1 a	7.4 abcd	12.0 ab
BLPNG 03	4.6 bc	6.0 abcd	9.0 ab	11.4 abc
CEMAL 14	3.8 bc	5.0 abcde	6.5 abcde	11.3 abc
CAJP 04	5.8 a	6.4 ab	8.5 abc	11.0 abc
BLSM 128	3.4 bc	6.0 abcd	7.5 abcd	10.9 abc
CETHA 08	4.5 bc	5.3 abcde	4.4 abcde	10.8 abc
León 1	2.8 bc	4.8 abcde	6.0 abcde	10.6 abc
BLSM 151	4.1 bc	3.8 bcde	6.0 abcde	10.6 abc
SN 2	4.9 b	6.5 ab	9.2 a	10.4 abc
CEIND 24	4.3 bc	3.9 bcde	3.6 cde	10.4 abc
BLSM 132	3.4 bc	6.7 ab	6.7 abcd	10.3 abc
BLSM 157	2.7 bc	5.4 abcde	6.7 abcde	10.0 abcd
SN3	3.3 bc	5.4 abcde	8.2 abcd	9.8 abcd
CEIND 12	3.9 bc	4.6 abcde	7.5 abcd	9.0 abcd
BLPNG 10	2.9 bc	5.3 abcde	8.3 abcd	8.9 abcd
León 3	3.4 bc	6.2 abc	6.4 abcde	8.8 abcd
CEIND 16	3.1 bc	3.8 bcde	5.6 abcde	8.6 abcd
BLSM*	3.8 bc	4.4 bcde	4.9 abcde	8.6 abcd
CETHA 03	3.1 bc	4.1 bcde	5.6 abcde	8.5 abcd
BLSM 158	2.0 bc	3.3 cde	5.3 abcde	8.5 abcd
Santo Tomás	3.9 bc	4.5 bcde	5.8 abcde	8.4 abcd
CETHA 10	2.1 bc	4.0 bcde	5.4 abcde	7.8 bcd
CETHA 14	3.2 bc	4.6 bcde	6.0 abcde	7.0 cde
CEIND 01	3.0 bc	3.3 bcde	4.2 bcde	6.9 cde
CETHA 24	2.8 bc	2.9 cde	4.8 abcde	6.8 cde
BLSM 120	2.0 bc	2.5 e	3.5 de	5.3 de
Nueva Guinea	2.0 bc	2.3 e	2.3 e	5.3 de
BLSM 148	1.5 c	2.7 de	1.9 e	2.7 e
CV (%)	40.00	27.40	29.10	19.60
R <sup>2</sup>	0.60	0.50	0.50	0.60

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

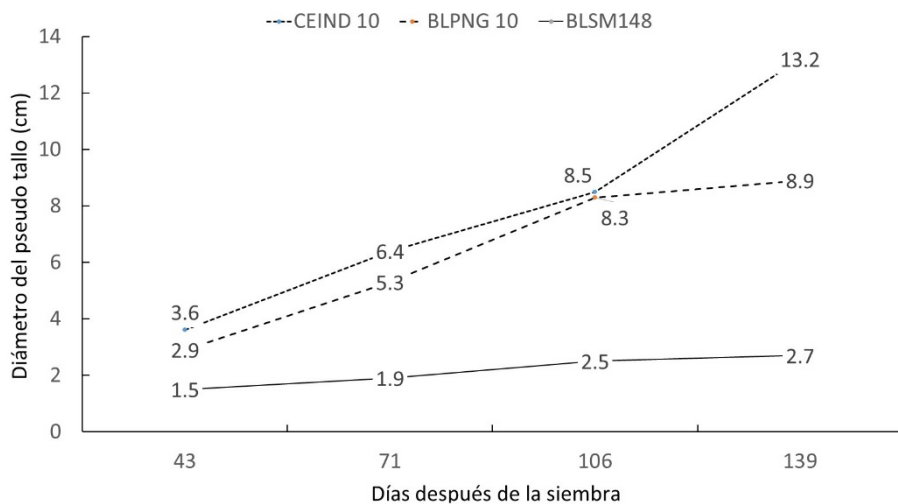
Los genotipos naturalizados presentaron también diferencias entre ellos. Villa Sandino 2 registró 12.2 cm de diámetro promedio de pseudotallo y Nueva Guinea 5.3 cm (Cuadro 6).

Tres genotipos (10%) registraron diámetros entre 2.7-6.0 cm, 12 genotipos (39%); valores entre 6.1-9.0 cm y 14 genotipos (51%) valores mayores de 9.1 cm (Figura 3).



**Figura 3.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con diámetro del pseudotallo mínimo, medio y máximo a los 139 dds.

Los genotipos aumentaron el diámetro del pseudotallo con el aumento de los dds (Figura 4). Algunos genotipos como BLSM 148 aumentaron poco el diámetro del pseudotallo, sin embargo, otras como los genotipos CEIND 10, crecieron mucho más y súbitamente.



**Figura 4.** Diámetro promedio del pseudotallo (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.

#### 4.1.3. Longitud y ancho de hoja (cm)

Los genotipos desarrollaron hojas con tamaños significativamente diferentes. A los 139 dds León 1 desarrolló las hojas más largas (56.6 cm), CEIND 10 las hojas más anchas (68.8 cm) y BLSM 148 las hojas de menor ancho y longitud (16.4 cm de longitud y 15.2 cm de ancho) (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Promedio y categorías estadísticas de longitud y ancho de la hoja (cm) de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 139 dds.

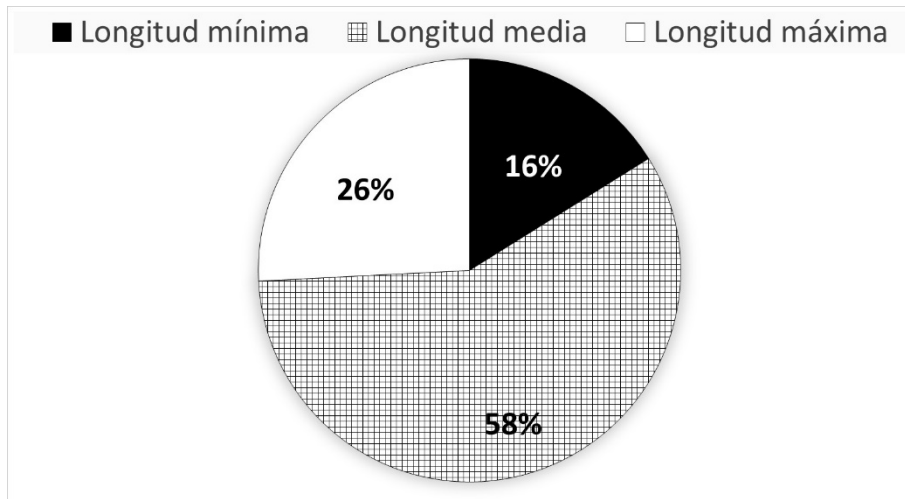
Accesiones	Longitud	Ancho	Accesiones	Longitud	Ancho
CEIND 10	55.0 ab	68.8 a	BLSM*	39.8 cdefghij	46.0 bcdef
León 1	56.6 a	63.8 ab	BLSM 158	38.0 cdefghijk	45.5 cdef
Malanga Lila	51.6 abc	62.8 abc	BLSM 132	42.7 bcdefghi	44.7 cdef
SN3	49.4 abcd	59.6 abc	CEIND 24	36.8 efghijk	43.2 def
BLSM 157	48.6 abcde	56.4 abc	CEMA 14	37.3 defghijk	43.0 def
BLSM 151	46.4 abcdefg	56.4 abcd	CEIND 12	35.8 efghijk	43.0 def
BLHW 26	45.3 abcdefgh	56.0 abcd	CEIND 16	32.8 ghijk	39.6 def
BLSM 128	44.8 abcdefgh	55.6 abcd	León 3	33.0 fghijk	39.4 def
CAJP 04	46.5 abcdef	55.0 abcd	CETHA 10	37.2 defghijk	38.8 def
BLPNG 10	44.6 abcdefgh	51.0 abcde	CEIND 01	30.2 ijk	36.6 ef
Santo Tomás	43.6 abcdefghi	50.8 abcde	Nueva Guinea	32.7 hijk	35.0 ef
Villa Sandino 2	44.2 abcdefgh	50.4 bcde	CETHA 14	28.4 jkl	33.6 ef
CETHA 08	40.2 cdefghij	50.0 bcde	BLSM 120	30.0 ijkl	30.5 fg
BLPNG 03	43.2 abcdefghi	49.2 bcde	CETHA 24	26.0 kl	30.4 fg
CETHA 03	37.4 defghijk	46.8 bcde	BLSM 148	16.4 l	15.2 g
SN2	40.0 cdefghij	48.4 bcdef			
CV (%)				12.60	14.20
R <sup>2</sup>				0.80	0.80

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Entre los genotipos naturalizados en Nicaragua hubo diferencias estadísticas. León 1 registró hojas de 56.6 cm de largo y 63.8 cm de ancho, mientras que Nueva Guinea hojas de 32.7 cm de longitud y 35 cm de ancho (Cuadro 3).

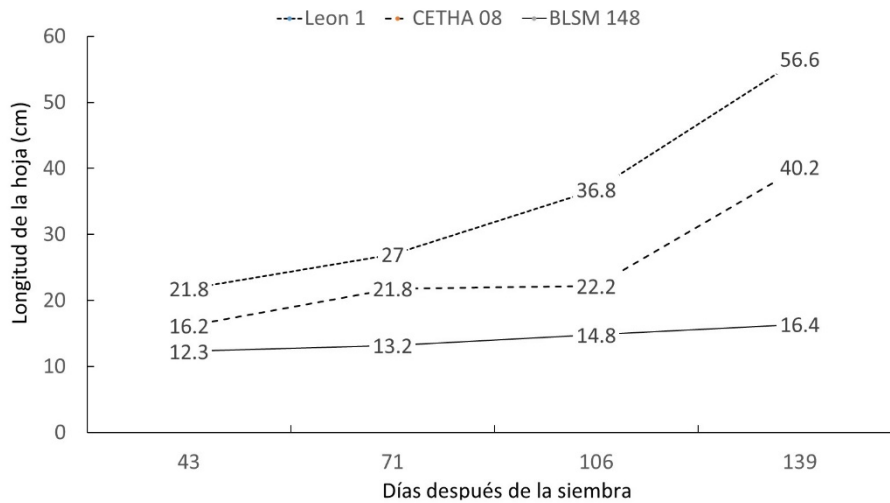
Cinco genotipos (26%) registraron longitudes entre 16.4-30.2 cm, 18 genotipos (58%) valores entre 32.7-44.8 cm; y 8 genotipos (16%) valores mayores de 45.3 cm (Figura 5).





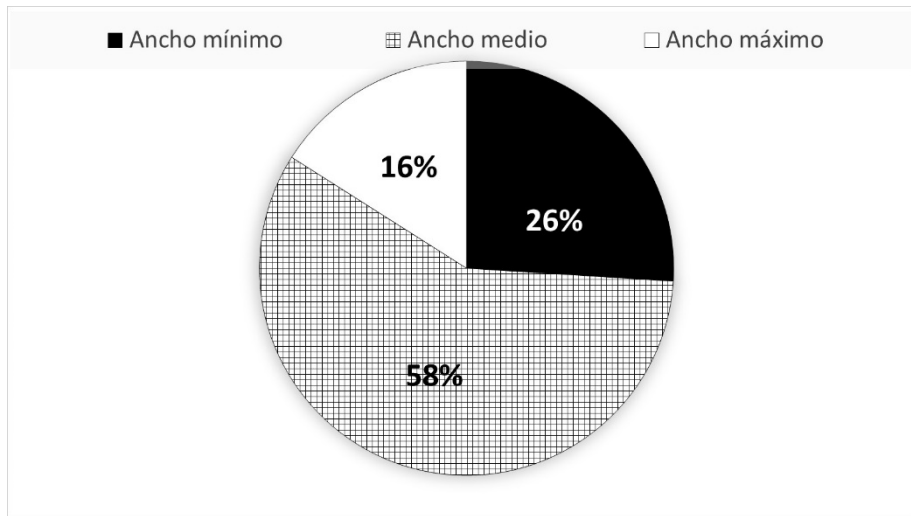
**Figura 5.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con longitud de la hoja mínima, media y máxima.

Hubo una tendencia consistente a aumentar la longitud de la hoja con el aumento de los dds (Figura 6). En algunos genotipos como el BLSM 148 las plantas aumentaron poco, sin embargo, otras como León 1, crecieron mucho más y súbitamente.



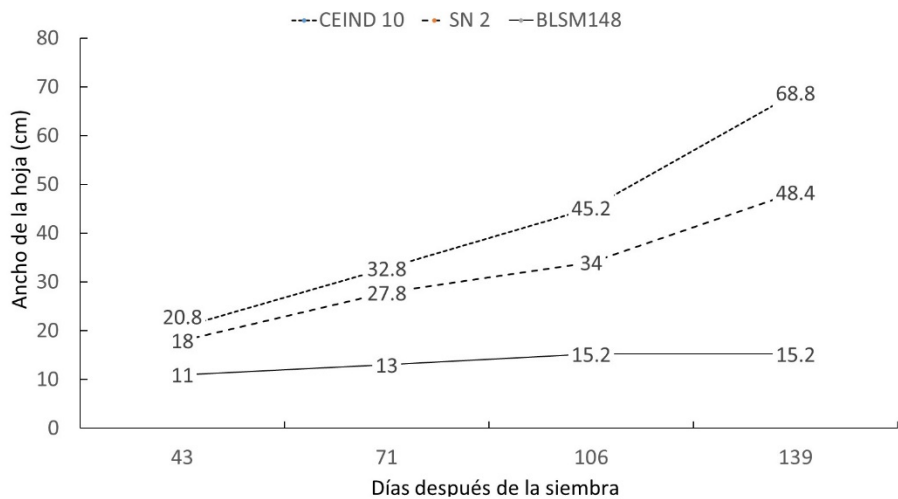
**Figura 6.** Longitud promedio de hoja (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.

Cinco genotipos (26%) registraron ancho de hojas entre 15.2-35.0 cm, 18 genotipos (58%) valores entre 36.6-55.0 cm y 8 genotipos (16%) hojas con ancho mayores de 55.6 cm (Figura 7).



**Figura 7.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con ancho de hoja mínimo, medio y máximo.

Los genotipos aumentaron el ancho de la hoja con el aumento de los dds (Figura 8). BLSM 148 aumentó poco, sin embargo, CEIND 10 creció mucho más y rápidamente.



**Figura 8.** Ancho de la hoja (cm) de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.

#### 4.1.4. Número de hijos

A los 71 dds no se registraron diferencias estadísticas entre los genotipos en los promedios de número de hijos, pero sí a los 106 y 139 dds (Cuadro 8). BLPNG 10 registró el mayor número de hijos a los 139 dds (11.2) y BLSM\* registró el menor número (1.75).

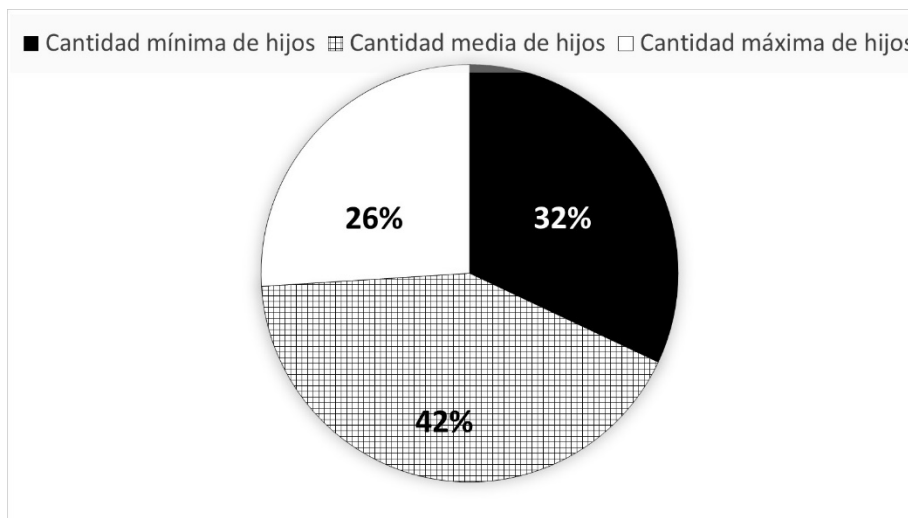
**Cuadro 8.** Promedio de número de hijos de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM Matagalpa a los 43, 71, 106 y 139 dds en la finca.71, 106 y 139 dds.

Accesiones	Días después de la siembra		
	71	106	139
BLPNG 10	4.6 a	6.2 abc	11.2 a
Malanga Lila	3.8 a	6.2 abc	11.0 a
BLSM 151	4.3 a	5.2 abcd	9.6 ab
BLSM 158	1.0 a	4.5 abcd	9.5 abc
León 3	4.4 a	7.2 ab	9.4 abc
BLSM 132	6.3 a	8.3 a	9.0 abcd
Villa Sandino 2	3.5 a	5.0 abcd	9.0 abcd
SN 2	4.4 a	6.2 abc	8.8 abcde
CEMAL 14	3.5 a	4.8 abcd	8.2 abcdef
BLSM 128	3.8 a	5.6 abcd	8.0 abcdef
CETHA 10	1.0 a	2.5 bcd	8.0 abcdef
BLSM 157	3.8 a	6.4 abc	7.6 abcdef
CAJP 04	2.5 a	4.5 abcd	7.5 abcdef
Santo Tomás	3.4 a	3.8 abcd	6.6 abcdef
CETHA 14	2.0 a	3.5 abcd	6.6 abcdefg
León 1	2.5 a	3.6 abcd	6.4 abcdefg
BLHW 26	2.3 a	4.5 abcd	6.2 abcdefg
SN 3	3.0 a	3.4 abcd	6.2 abcdefg
CETHA 03	2.0 a	3.0 bcd	6.0 abcdefg
CEIND 16	2.5 a	3.0 bcd	5.8 abcdefg
BLSM 148	4.5 a	4.8 abcd	5.3 bcdefg
BLSM 120	3.0 a	3.5 abcd	5.0 cdefg
CEIND 10	4.2 a	4.0 abcd	4.6 defg
CEIND 24		2.8 bcd	4.5 defg
CETHA 08	2.3 a	3.2 bcd	4.0 efg
CEIND 01		2.5 bcd	3.5 efg
CEIND 12	2.0 a	2.8 bcd	3.2 fg
CETHA 24		1.0 d	3.2 fg
BLPNG 03	1.8 a	2.5 bcd	3.0 fg
Nueva Guinea		2.0 cd	3.0 fg
BLSM*	1.0 a	1.0 d	1.7 g
CV (%)	41.14	33.74	31.54
R <sup>2</sup>	0.53	0.61	0.68

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.001$ ).

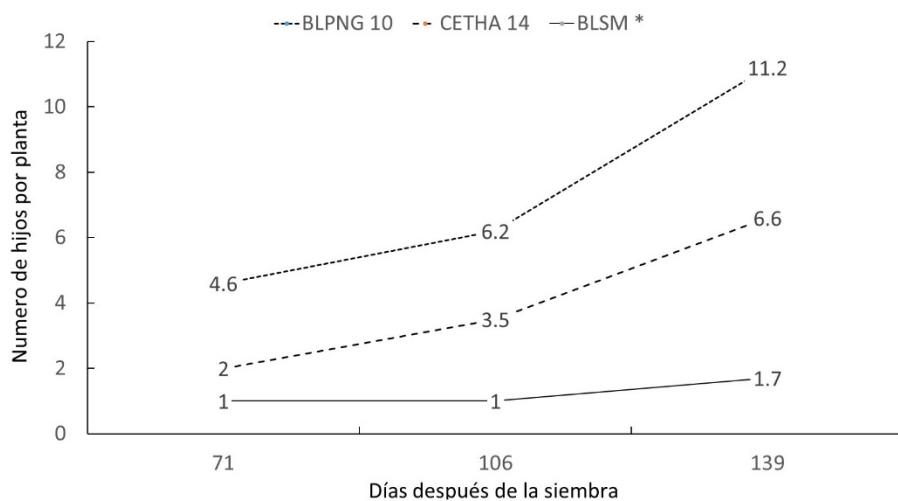
Los genotipos naturalizados en Nicaragua registraron también diferencias estadísticas. León 2 registró 11 hijos promedio por planta y Nueva Guinea 3 hijos por planta (Cuadro 9).

10 genotipos (32%) registraron entre 1.7-5.0 hijos por planta, 13 genotipos (42%) valores entre 5.3-8.25 y 8 genotipos (26%) más de 8.8 hijos por planta (Figura 9).



**Figura 9.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con número mínimo, medio y mayor de hijos por planta.

Los genotipos aumentaron el número de hijos con el aumento de los dds (Figura 10). BLSM\* el número de hijos por planta aumentó relativamente poco, sin embargo, BLPNG 10 produjo más hijos por planta y aumentó súbitamente a partir de los 106 dds.



**Figura 10.** Número promedio de hijos de tres genotipos seleccionados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 a los 43, 71, 106 y 139 dds.

## 4.2. Rendimiento

### 4.2.1. Longitud y ancho del cormo (cm)

El Cuadro 9 presenta los promedios y categorías estadísticas de longitud y ancho de cormos de los genotipos después de la cosecha a los 195 dds. Hubo diferencias significativas en el largo y ancho de los cormos entre los genotipos. Malanga Lila registró los cormos más largos (18.5 cm) y BLSM 120 los más cortos (6.5 cm). BLSM 157 obtuvo los cormos más anchos (10.4 cm) y BLSM 120 los más angostos (4.8 cm).

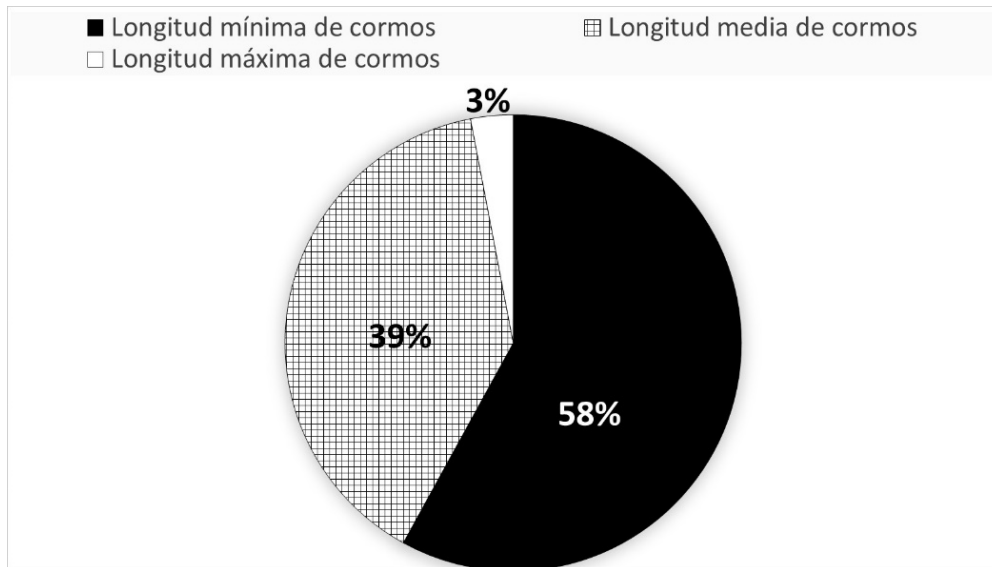
Cuadro 9. Promedio y categorías estadísticas de longitud de cormo (cm) a la cosecha de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

Accesiones	Longitud de cormo	Ancho de cormo	Accesiones	Longitud de cormo	Ancho de cormo
Malanga Lila	18.5 a	10.3 a	BLSM*	10.2 bc	7.1 abcdef
BLPNG 03	14.1 ab	9.9 ab	SN 3	9.9 bc	7.9 abcdef
BLSM 158	13.8 ab	9.5 abc	CEIND 12	9.8 bc	6.3 bcdef
BLHW 26	13.5 ab	8.1 abcde	BLSM 128	9.6 bc	7.0 abcdef
BLSM 151	12.7 abc	9.0 abcd	CEIND 24	9.5 bc	8.7 abcd
CETHA 03	12.2 abc	7.9 abcdef	León 1	9.4 bc	8.4 abcde
CEIND 01	12.1 abc	9.1 abcd	Villa Sandino 2	9.3 bc	7.5 abcdef
BLSM 157	11.7 abc	10.4 a	CETHA 24	9.1 bc	7.4 abcdef
Santo Tomás	11.7 abc	8.8 abcd	SN 2	9.1 bc	6.6 abcdef
CEMAL 14	11.6 bc	8.0 abcdef	BLPNG 10	8.8 bc	8.1 abcdef
CEIND 10	11.3 bc	9.3 abcd	BLSM 148	8.6 bc	5.0 ef
León 3	11.3 bc	7.1 abcdef	CAJP 04	8.2 bc	6.8 abcdef
CETHA 10	10.7 bc	6.8 abcdef	Nueva Guinea	8.2 bc	5.9 cdef
CETHA 14	10.5 bc	7.9 abcdef	BLSM 132	7.9 bc	5.8 def
CEIND 16	10.5 bc	6.2 cdef	BLSM 120	6.5 c	4.8 f
CETHA 08	10.3 BC	7.4 abcdef			
CV (%)				21.70	15.80
R <sup>2</sup>				0.60	0.60

En Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ).

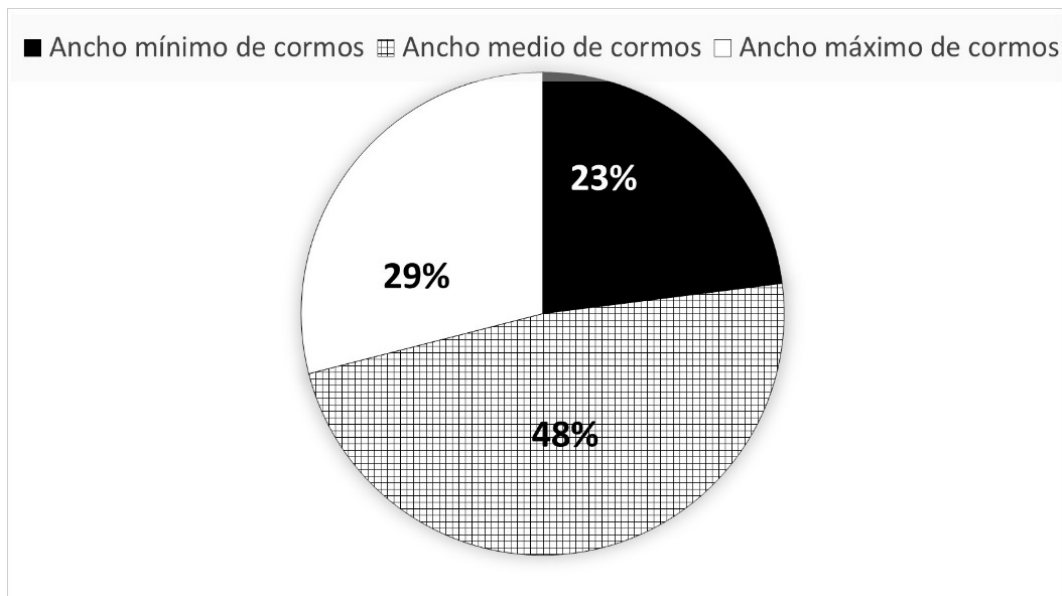
Entre los genotipos naturalizados en Nicaragua, Malanga Lila registró los cormos más largos (18.5 cm) y Nueva Guinea los más cortos (8.2 cm). Malanga Lila registró los cormos más anchos (10.3 cm) entre los genotipos naturalizados en Nicaragua, Nueva Guinea los más angostos (5.9 cm).

18 genotipos (58%) registraron entre 6.5-10.5 cm de largo de cormo, 12 genotipos (39%) entre 10.7-14.1 cm y solo un genotipo (3%) registró cormos de 18.5 cm (Figura 11).



**Figura 11.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga con longitud de cormo mínima media y máxima. Establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

Siete genotipos (23%) registraron anchos de cormos entre 4.8-6.6 cm, 15 genotipos (48%) anchos de cormos entre 6.8-8.4 cm y 9 genotipos (29%) registraron anchos mayores de 8.7 cm (Figura 12).



**Figura 12.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga con ancho de cormo mínimo, medio y máximo. Establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

#### 4.2.2. Peso del cormo (kg)

Hubo diferencias significativas en los promedios de peso de los cormos entre los genotipos (Cuadro 10). Malanga lila obtuvo el mayor peso de cormo (1.61 kg) y BLSM 148 el menor peso (0.16 kg).

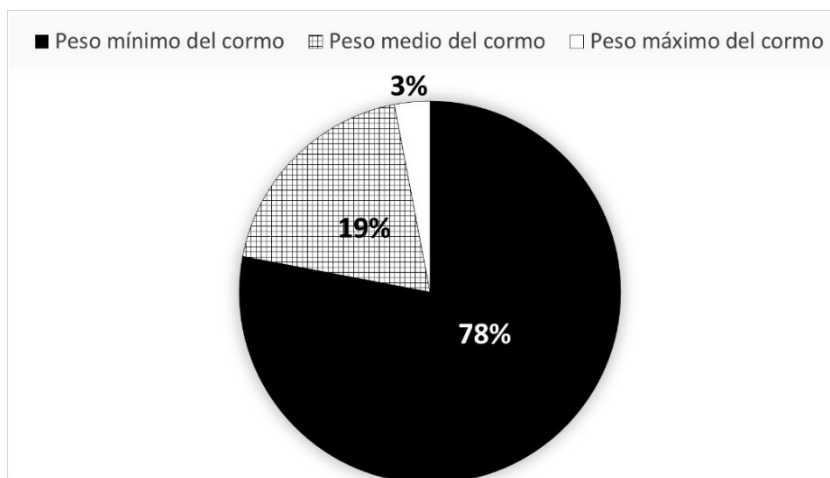
**Cuadro 10.** Promedio y categorías estadísticas del peso de cormo de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015.

Accesiones	Peso de cormo (kg)	Accesiones	Peso de cormo (kg)
Malanga Lila	1.61 a	CETHA 10	0.41 bcde
BLPNG 03	1.08 ab	Villa Sandino 2	0.40 bcde
BLSM 157	1.01 abc	CAJP 04	0.40 bcde
BLSM 151	0.94 abcd	CETHA 08	0.37 cde
Santo Tomás	0.79 bcde	SN3	0.37 cde
BLSM 158	0.79 bcde	CETHA 24	0.34 cde
CEIND 10	0.73 bcde	BLSM*	0.33 cde
León 1	0.64 bcde	BLSM 128	0.29 de
CEMAL 14	0.62 bcde	BLSM 132	0.27 e
BLHW 26	0.61 bcde	SN 2	0.26 e
CEIND 01	0.60 bcde	Nueva Guinea	0.26 e
CEIND 24	0.58 bcde	CEIND 16	0.25 e
CETHA 03	0.57 bcde	CEIND 12	0.23 e
BLPNG 10	0.51 bcde	BLSM 120	0.17 e
León 3	0.47 bcde	BLSM 148	0.16 e
CETHA 14	0.44 bcde		
CV (%)			41.33
R <sup>2</sup>			0.72

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.0001$ ).

De las malangas naturalizadas en Nicaragua, Malanga Lila registró el mayor peso de cormo (1.61 kg) y Nueva Guinea el menor peso (0.26 kg).

24 genotipos (78%) registraron peso de cormos entre 0.16-0.64 kg, 6 genotipos (19%) registraron peso de cormo entre 0.73-1.08 kg y un genotipo (3%) registró el mayor peso 1.61 kg (Figura 13).



**Figura 13.** Proporción de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con peso de cormo mínimo, medio y máximo.

#### 4.2.3. Número y peso de cormelos

Los genotipos difirieron estadísticamente en el número y peso de los comerlos (Cuadro 11).

BLSM 148 registró el mayor número de cormelos (74.3) y BLSM\* el menor (4.8). Santo Tomás registró el mayor peso en cormelos (1.67 kg) y CEIND 01 el menor peso (0.09 kg).

**Cuadro 11.** Número y peso de cormelos de 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 al momento de cosecha.

Accesiones	Número	Peso (kg)	Accesiones	Número	Peso (kg)
Santo Tomás	42.0 bc	1.67 a	SN 3	6.0 e	0.54 defgh
BLSM 157	48.4 ab	1.53 ab	CETHA 10	13.2 de	0.45 efgh
CEIND 12	31.0 bcde	1.42 abc	Nueva Guinea	15.5 cde	0.43 efgh
León 3	32.8 bcde	1.39 abcd	Villa Sandino 2	11.6 e	0.42 efgh
Malanga Lila	40.2 bcd	1.26 abcde	BLSM 128	7.2 e	0.42 efgh
BLSM 148	74.3 a	1.12 abcdef	BLPNG 03	5.8 e	0.42 efgh
CEMAL 14	23.0 bcde	1.11 abcdef	CEIND 10	5.8 e	0.40 efgh
BLSM 151	30.7 bcde	1.08 abcdef	BLPNG 10	18.0 cde	0.38 efgh
CETHA 14	25.3 bcde	0.99 bcdefg	CEIND 24	15.8 cde	0.38 efgh
BLSM 158	32.5 bcde	0.79 bcdefgh	BLSM*	4.8 e	0.38 fgh
SN 2	22.8 bcde	0.78 bcdefgh	CETHA 24	19.8 cde	0.33 fgh
CAJP 04	9.0 e	0.71 bcdefgh	BLSM 120	16.0 cde	0.31 fgh
CETHA 03	20.6 bcde	0.69 bcdefgh	CEIND 16	13.4 cde	0.31 fgh
León 1	19.2 cde	0.67 cdefgh	BLSM 132	5.3 e	0.16 gh
CETHA 08	6.8 e	0.57 cdefgh	CEIND 01	5.0 e	0.09 h
BLHW26	22.8 bcde	0.56 cdefgh			
CV (%)				46.90	41.90
R <sup>2</sup>				0.80	0.70

Medias en columna seguidas con las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P < 0.05$ ).



De las malangas naturalizadas en Nicaragua, Santo Tomás obtuvo el mayor número de cormelos (42.0) y Villa Sandino 2 el menor (11.6). El mayor peso de cormelos lo obtuvo Santo Tomás (1.67 kg) y Villa Sandino 2 el menor peso (0.42 kg).

### 4.3. Calidad organoléptica

En el Cuadro 12 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 los genotipos. BLSM 158 registró el mayor EQS (3.41) y SN 2 el de menor (1.82).

**Cuadro 12.** 10 genotipos de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015 con los mayores valores de textura, sabor, olor, aroma y EQS.

Genotipo	Textura	Sabor	Color	Aroma	EQS	Genotipo	Textura	Sabor	Color	Aroma	EQS
BLSM 158	1.86	0.86	0.34	0.36	3.41	SN3	1.17	0.70	0.25	0.23	2.35
CETHA 03	1.67	1.00	0.37	0.37	3.40	BLSM 148	1.29	0.56	0.27	0.23	2.34
BLHW 26	1.50	1.10	0.37	0.40	3.37	CEIND 16	1.21	0.64	0.21	0.27	2.34
BLSM 151	1.50	1.10	0.33	0.32	3.25	Santo Tomás	1.08	0.70	0.25	0.25	2.28
CETHA 14	1.36	1.03	0.36	0.37	3.11	BLSM 128	1.50	0.43	0.16	0.17	2.26
BLPNG 03	1.50	0.90	0.32	0.28	3.00	CAJP 04	1.21	0.47	0.19	0.17	2.04
CETHA 24	1.63	0.79	0.24	0.25	2.90	CEMAL 14	1.00	0.50	0.23	0.23	1.97
León 1	1.67	0.70	0.27	0.25	2.88	CEIND 01	0.93	0.60	0.23	0.20	1.96
Villa Sandino 1	1.36	0.90	0.31	0.27	2.84	Nueva Guinea	1.08	0.45	0.23	0.17	1.93
León 3	1.42	0.80	0.27	0.32	2.80	CETHA 10	0.93	0.60	0.20	0.20	1.93
BLSM 132	1.50	0.69	0.30	0.27	2.76	CEIND 10	1.33	0.30	0.13	0.13	1.90
BLSM*	1.29	0.77	0.29	0.29	2.63	CETHA 08	1.13	0.41	0.16	0.16	1.86
BLPNG 10	1.33	0.70	0.25	0.28	2.57	SN 2	1.08	0.45	0.12	0.17	1.82
BLSM 157	1.36	0.64	0.29	0.24	2.53						
Malanga Lila	1.17	0.65	0.28	0.28	2.38						

De las malangas naturalizadas en Nicaragua, León 1 registró el mayor EQS de los genotipos (2.88) y Nueva Guinea el menor (1.93).

#### 4.4. Relación de los mejores genotipos de todas las variables

En la relación entre los genotipos con mayores pesos de cormo y los que obtuvieron los mayores valores entre de las variables morfológicas, Malanga Lila registró el mayor peso de cormo y estuvo siempre entre los genotipos con los mayores valores en las variables morfológicas y de rendimiento. CEIND 10 y BLHW 26 registraron altos valores de peso de cormo y la mayoría de las variables morfológicas (Cuadro 13).

BLPNG 03, BLSM 157, BLSM 151, CEIND 10, León 1, y BLHW 26 registraron también altos peso de cormo y altos valores en al menos dos de las características morfológicas. BLSM 158 y CEMAL 14 se ubicaron entre los genotipos con mayores pesos de cormos y con mayor número de hijos, CEMAL 14 entre los de mayor diámetro del pseudotallo. Santo Tomás está entre los diez genotipos con mayores pesos de cormo, pero no entre los que registraron mayores valores en el resto de las variables morfológicas.

**Cuadro 13.** Relación de los 10 genotipos de malanga establecidos en la finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, con los mayores valores en las variables morfológicas y de rendimiento.

Variables morfológicas					Variables de rendimiento		
Altura de planta	Diámetro del pseudotallo	Longitud de la hoja	Ancho de la hoja	Número de hijos	Longitud de cormos	Ancho de cormos	Peso de cormo
CEIND 10	CEIND 10	León 1	CEIND 10	BLPNG 10	Malanga Lila	BLSM 157	Malanga Lila
Malanga Lila	Villa Sandino 2	CEIND 10	León 1	Malanga Lila	BLPNG 03	Malanga Lila	BLPNG 03
BLHW 26	Malanga Lila	Malanga Lila	Malanga Lila	BLSM 151	BLSM 158	BLPNG 03	BLSM 157
CAJP 04	BLHW 26	SN3	SN3	BLSM 158	BLHW 26	BLSM 158	BLSM 151
BLSM 132	BLPNG 03	BLSM 157	BLSM 151	León 3	BLSM 151	CEIND 10	Santo Tomás
BLPNG 03	CEMAL 14	CAJP 04	BLSM 157	Villa Sandino 2	CETHA 03	CEIND 01	BLSM 158
BLPNG 10	CAJP 04	BLSM 151	BLHW 26	BLSM 132	CEIND 01	BLSM 151	CEIND 10
Villa Sandino 2	BLSM 128	BLHW 26	BLSM 128	SN 2	BLSM 157	Santo Tomás	León 1
SN 2	CETHA 08	BLSM 128	CAJP 04	CEMAL 14	Santo Tomás	CEIND 24	CEMAL 14
BLSM 128	León 1	BLPNG 10	BLPNG 10	CETHA 10	CEMAL 14	León 1	BLHW 26

CAJP 04 y BLPNG 10 estuvieron entre los genotipos con las plantas de mayor altura, grosor de plantas y con hojas de mayor largo y ancho, pero no entre los que registraron los mayores promedios en largos, anchos y pesos del cormo.

En el Cuadro 14 se comparan los 10 genotipos con mejor posición de peso promedio de los cormos y los 10 genotipos con mejor posición en EQS. Cinco de los 10 genotipos que presentaron

los mayores pesos se ubicaron también entre los 10 genotipos con mayores EQS (BLPNG 03, BLSM 151, León 1, BLSM 158 y BLHW 26).

Malanga Lila, BLSM 157, Santo Tomás, CEIND 10 y CEMAL 14 presentaron altos pesos promedios de cormos, sin embargo no se ubicaron entre 10 genotipos con los más altos EQS. CETHA 03, CETHA 14, Villa Sandino, CETHA 24 y León 3 en cambio, registraron también EQS altos pero no se ubicaron entre los 10 genotipos con mayores pesos de cormos (Cuadro 14).

En los meses de desarrollo del cultivo, en la zona donde se realizó el estudio, INETER (2016) registró 26.2 °C de temperatura promedio. López *et al.* (1984) indican que temperaturas de 20-35 °C son buenas para el cultivo de la malanga y las óptimas en el rango de 25-28 °C.

**Cuadro 14.** Ordenamiento de los genotipos de malanga establecidos en finca Buena Vista (FAREN-UNAN-Matagalpa), San Ramón, Matagalpa, 2015, según su peso y calidad comestible (EQS, siglas en inglés) de los cormos cocidos de los genotipos cosechados. Citación

Genotipos	Peso	EQS	Genotipos	Peso	E.Q.S
Malanga Lila	1	15	CETHA 10	17	26
BLPNG 03	2	6	Villa Sandino 2	18	9
BLSM 157	3	14	CETHA 08	19	28
BLSM 151	4	4	CAJP 04	20	22
Santo Tomás	5	19	SN3	21	21
BLSM 158	6	1	CETHA 24	22	7
CEIND 10	7	27	BLSM*	23	12
León 1	8	8	BLSM 128	24	20
CEMAL 14	9	23	BLSM 132	25	11
BLHW 26	10	3	SN 2	26	29
CEIND 01	11	24	Nueva Guinea	27	25
CEIND 24	12	16	CEIND 16	28	17
CETHA 03	13	2	CEIND 12	29	
BLPNG 10	14	13	BLSM 120	30	
León 3	15	10	BLSM 148	31	18
CETHA 14	16	5			

San Ramón registró en 2015 una precipitación oscilante 800-2000 mm. López *et al.*, (1984) consideran que la malanga requiere para desarrollar su potencial, precipitaciones entre 1800-2500 mm bien distribuidas durante el ciclo biológico. En lugares donde existe una canícula pronunciada la aceleración de la madurez del cormo de la malanga y almacenaje de almidón ocurre cuando se cultiva en condiciones de lluvia seguido de un período de sequía. Si después del período de sequía ocurre un nuevo período de lluvia se estimula el crecimiento del follaje, así como la hidrólisis de los almidones en el cormo y el rebrote de los hijos. Los genotipos establecidos en el ensayo tuvieron un promedio de seis hijos por planta.

El estudio se estableció en marzo y se cosechó en octubre (siete meses). En marzo, aún en estación climatológica seca se contó con riego, con las lluvias de mayo el cultivo se estableció definitivamente de secano. La distribución de la lluvia en el lugar del ensayo fue irregular y se debió regar en momentos cuando fue necesario. La canícula de julio-agosto favoreció la translocación de las sustancias de reserva de las partes aéreas de la planta al cormo

El ensayo se cosechó a los ocho meses después de establecido, cuando la mayoría de las plantas de todos los genotipos estaban totalmente desarrolladas y algunos genotipos exhibían síntomas de índice de cosecha. De acuerdo con López *et al.*, (1984) la malanga requiere 7-9 meses para desarrollar su ciclo biológico.

A los 139 dds (4 ½ meses) los genotipos registraron el mayor crecimiento vegetativo (altura de planta, grosor del pseudotallo, número de hojas e hijos). en correspondencia con lo planteado por Wilson (1984) que la malanga desarrolla la mayor área foliar a los 3-4 meses dds.

Siete genotipos (Malanga Lila, BLPNG 03, BLSM 157, BLSM 151, CEIND 10, León 1 y BLHW 26) se agruparon entre los diez genotipos con mayores valores en altura de planta, largo y ancho de la hoja, diámetro del pseudotallo y de rendimiento simultáneamente.

Lebot *et al.* (2006) encontraron una correlación altamente positiva entre el índice de crecimiento vegetativo (ICV) y el rendimiento en cormo. Genotipos con un alto ICV a los cinco meses de crecimiento tienen el potencial para producir un alto rendimiento de cormo al madurar a los nueve meses. Los mejores genotipos presentan una planta de altura con hojas grandes, sin estolones e hijos por planta. Esta arquitectura de la planta tiene el mayor potencial para producir un cormo alto rendimiento en variedades de tipo dasheen.

De los genotipos nacionales Malanga Lila y León 1 presentaron comportamientos llamativos. Ambos genotipos están adaptados a las condiciones edafoclimáticas nicaragüense. Malanga Lila es un genotipo profusamente cultivado en el país, de exportación y posiblemente él que el agricultor reconoce fácilmente. En el estudio generalmente obtuvo los valores cimeros en las variables morfológicas y de rendimiento. Sin embargo, no lo hizo en la clasificación organoléptica. Los agricultores del país producen básicamente Malanga Lila. Sin embargo, este genotipo no se encuentra entre los diez mejores genotipos en calidad organoléptica. En cambio, León 1, llamado así por el lugar donde se seleccionó, es un genotipo 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.

Los genotipos BLPNG 03, BLSM 151, León 1, BLSM 158 y BLHW 26 que presentaron valores cimeros en rendimiento y calidad organoléptica tienen potencial para futuros trabajos de ampliación de la oferta genética basadas en potenciales nuevos hábitos de consumo.

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.

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 habían tensiones, como las plagas y enfermedades.

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 los genotipos de malanga evaluados en este estudio puede servir con esos propósitos. Varios de los genotipos introducidos, aunque no registraron altos valores en morfología y rendimientos, se sabe son resistentes y/o tolerantes al TLB. Ciertos genotipos presentaron síntomas de índice de cosecha temprano, lo indicaría precocidad con respecto al resto de genotipos. En estudios previos varios genotipos registraron comportamiento morfológico y rendimiento superior al resto en condiciones de poca precipitación y temperaturas superiores a las reportadas en Matagalpa durante el período que duró este estudio.

La conformación de redes internacionales para el intercambio de germoplasma de malanga (TANSO, TaroGen y ahora INEA) tienen, de acuerdo con Rao *et al.*, (2010), un considerable potencial para ampliar la base genética, incluso para una resistencia duradera a plagas y enfermedades importantes de la malanga. Además, la posibilidad de introducir germoplasma diverso de malangas geográficamente distantes para su evaluación y cultivo es trascendental y debe ser visto como una prioridad global para la producción.

Según Rao *et al.* (2010) los recientes modelos de mejoramiento participativo y descentralizado potencialmente pueden poner mucho mayor diversidad genética de malanga en manos de los agricultores en todo el mundo, en la cual pueden seleccionar para diferentes condiciones agroecológicas y sus propias preferencias. Además, el mejoramiento descentralizado puede ser más rápido y eficiente que los métodos convencionales. Los nuevos enfoques ofrecen a los agricultores grandes posibilidades de adaptación a los cambios del entorno y el cambio climático.

El proyecto *Adaptación de cultivos de propagación vegetativa a cambios climáticos y comerciales* es impulsado por el consorcio Red Internacional de Aráceas Comestibles (International Network for Edible Aroids, siglas en inglés) a la cual pertenece la UNA en representación de Nicaragua. El objetivo del proyecto es incrementar la diversidad genética de la malanga en el país a través de la distribución de 50 genotipos provenientes del banco de germoplasma de los Comunidad de los países del Pacífico (SPC, siglas en inglés). Los resultados presentados en esta investigación son parte de las actividades de ampliación de la base genética de la malanga en Nicaragua, mencionada anteriormente como muy estrecha.

Los programas de ampliación de la base también pueden ser importantes en el mantenimiento o el aumento de los niveles actuales de diversidad y en evitar el estrechamiento aún más inadvertido a través de los programas de fitomejoramiento. Los programas de ampliación de la base pueden ser particularmente importantes como complemento necesario a (o componente de) nuevos enfoques de mejoramiento de cultivos (por ejemplo: micropropagación, mejoramiento de híbridos F1, la posible introducción de la apomixis en nuevos cultivos y la transferencia genética recombinante) que, dependiendo de enfoque adoptado, o bien puede contribuir a la ampliación, o conducir a un mayor estrechamiento, de la base genética (Cooper *et al.*, 2001).

## V. CONCLUSIONES

- Los genotipos de malanga introducidos y naturalizados difirieron significativamente en morfología, rendimiento y calidad organoléptica.
- Los genotipos Malanga Lila, BLPNG 03, BLSM 157, BLSM 151, Santo Tomás, BLSM 158, CEIND 10, León 1, CEMAL 14 y BLHW 26 registraron los mayores pesos de cormo como resultado de exhibir los mayores valores en todas o en la mayoría de las variables morfológicas y rendimiento.
- Los genotipos BLSM 158, CETHA 03, BLHW 26, BLSM 151, CETHA 14, BLPNG 03, CETHA 24, León 1, Villa Sandino 1, León 3 y BLSM 132 presentaron los mayores registros en calidad organoléptica, definida en encuestas realizadas a los productores.
- Los genotipos BLPNG 03, BLSM 151, León 1, BLSM 158 y BLHW 26 registraron consistentemente superioridad en las variables morfológicas, de rendimiento y calidad organoléptica.



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios con los mejores genotipos en otras zonas del país.
- Establecer bancos de germoplasma a nivel *in vitro* y de campo de los genotipos estudiados.
- Utilizar el germoplasma para futuros estudios de mejora genética.

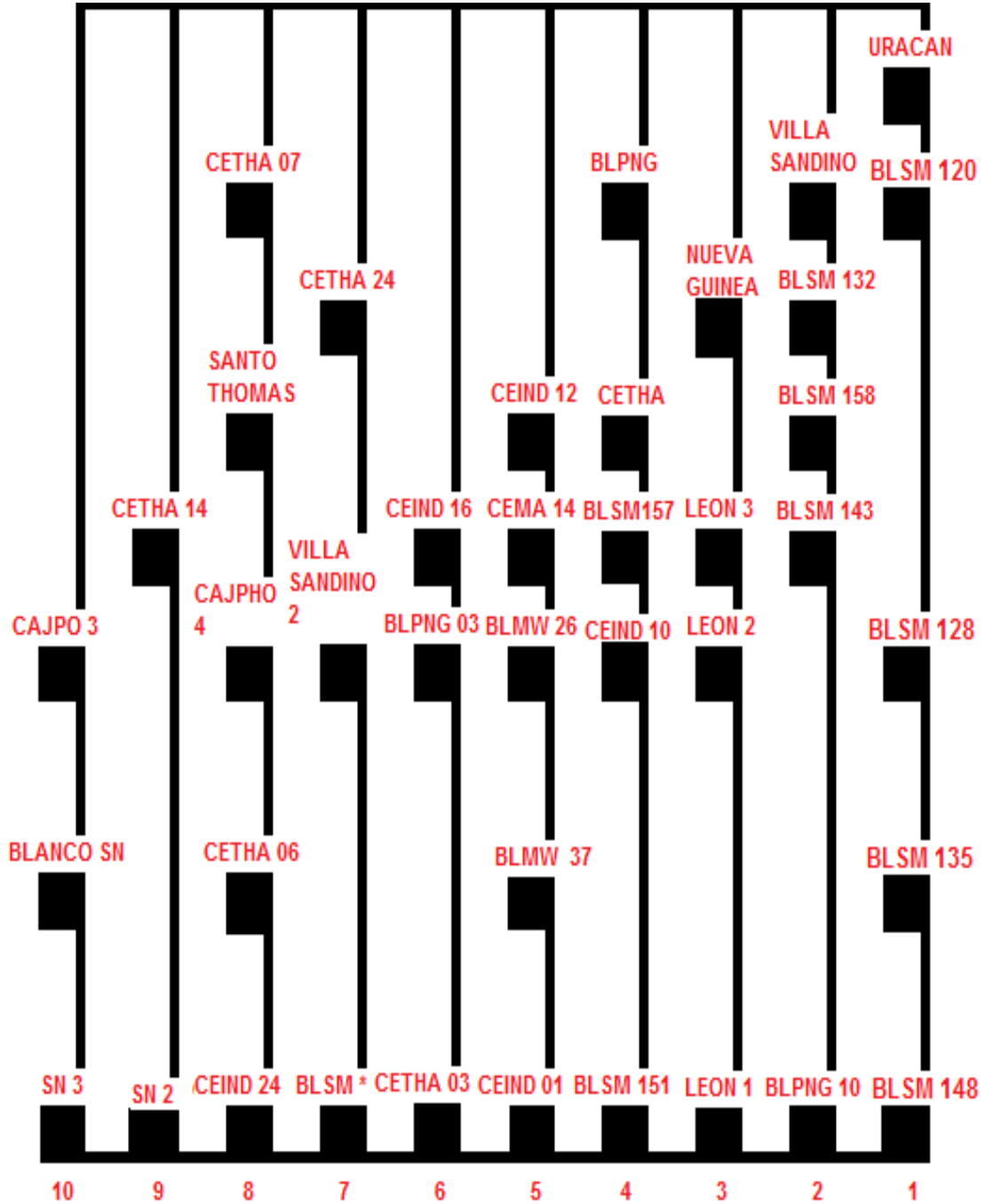
## VII. LITERATURA CITADA

- ADDAC. 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)
- 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. ISBN 0-85199-411-3.
- 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.
- INITER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2016. Estadísticas meteorológicas (Correo electrónico). Nicaragua.
- Lebot, V., P. Simeoni and G. Jackson. 2001. Networking with food crops: a new approach in the Pacific. Pp. 82–85 in Plant Genetic Resources in the Pacific: Towards Regional Cooperation in Conservation and Management (K.F. Wells and K.G. Eldridge, eds.). ACIAR Monograph 76, Canberra ACT, Australia.
- 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 14<sup>th</sup> symposium of the international society for tropical root crops. Thiruvananthapuram, Kerala, India. 20-26 Nov. 2006.
- López, M; Vázquez, E; y López, R. 1984. Raíces y tubérculos. Malanga. Ed A Valdivieso. Primera edición. La Habana, CU. Pueblo y educación. 304 p.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Taro o malanga. Ed T Saraví. 2 ed. San José, CR. Instituto americano de cooperación para la agricultura. 408 p.
- Rao, R; Matthews P, Eyzaguirre P; y Hunter D. 2010. The Global Diversity of Taro: Ethnobotany and Conservation. Bioversity 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.
- Rojas, M. y Fernández, C. 2002. Características agroecológicas de la finca CUR Matagalpa. (en línea) consultado el 23 de enero del 2016 Disponible en: <http://lacalera.una.edu.ni/index.php/lacalera/article/view/49/49>
- Shapit, B; Rana, R; Eyzaguirre, E y Jarvis, D. 2008. The value of plant genetic diversity to resource-poor farmers in Nepal and Vietnam. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 6:2, 148-166.
- Singh, D. Hunter. D.; Iosefa, T.; Okpul, T.; Fonoti, P. y Delp, C. 2010. Improving taro production in the South Pacific through breeding and selection. En: *The Global Diversity of Taro: Ethnobotany and Conservation*. Bioversity International, Rome, Italy. ISBN 978-92-9043-867-0. Pp. 168-184.
- Wilson, J. 1984. Cocoyam. En: *The physiology of tropical field crops*. Edited by Peter R. Goldsworthy y N.M. Fisher. 589-605.

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Plano de campo de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.



**Anexo 2.** Hoja de evaluación para el estado vegetativo de las plantas en un determinado periodo de crecimiento.

Genotipo	Altura de planta	Número de hojas	Diámetro	Largo de hoja	Ancho de hoja	Número de hijos	Número de flores

**Anexo 3.** Hoja de evaluación para el rendimiento.

Genotipo	Cormo				Cormelos			Estolones	Color de raíces	Estado sanitario	Forma del cormo	Color de la pulpa
	Largo	Ancho	Peso (oz)	Peso (kg)	Número	Peso (oz)	Peso (kg)					

**Anexo 4.** Encuesta para evaluación de la calidad organoléptica de los diferentes genotipos de malanga.

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

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

**Anexo 5.** Estado de las plantas de las de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.



**Anexo 6.** Identificación de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.





**Anexo 7.** Cosecha de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.



**Anexo 8.** Selección de los cormos de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.





**Anexo 8.** Preparación para cocción de los cormos de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.



**Anexo 10.** Separación de los cormos cocidos de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.





**Anexo 11.** Taller de degustación de los cormos cocidos de los 25 genotipos introducidos y seis naturalizados de malanga establecidos en la finca Buena Vista-FAREM-Matagalpa.

