



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFFECTO 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**

**AUTORES**

**Br. DANIELA YUDITH ENRÍQUEZ JUÁREZ  
Br. ERICK NOEL MAIRENA ÚBEDA**

**ASESORES**

**Dr. GUILLERMO REYES CASTRO  
Ing. Agr. ENA MABEL RIVERS CARCACHE  
Lic. MSc. IRMA VEGA NORORI  
Lic. MSc. MERCEDES ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ**

**MANAGUA, ABRIL, 2011**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<i>i</i>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<i>iv</i>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<i>v</i>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<i>vi</i>
<b>RESUMEN</b>	<i>vii</i>
<b>ABSTRACT</b>	<i>viii</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
3.1. Ubicación geográfica	4
3.2. Origen del material vegetativo	4
3.3. Ensayo I. Efecto del tiempo de cosecha	4
3.3.1. Diseño metodológico	4
3.3.2. Manejo agronómico	4
3.3.3. Variables evaluadas	5
3.3.3.1. Variables morfológicas	5
3.3.3.2. Variables de rendimiento	6
3.3.3.3. Contenido de materia seca y pérdida de agua.	6
3.3.3.4. Formas del cormo	7
3.3.4. Análisis estadístico	7
3.3.5. Incidencia del DsMV	7
3.3.5.1. Protocolo para la realización de la prueba ELISA-DAS (Double Antibody Sandwich).	8
3.3.6. Ensayo II. Efecto de siembra bajo dos condiciones de humedad.	8
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	10
4.1. Ensayo I. Efecto del tiempo de cosecha	10
4.1.1. Variables morfológicas	10
4.1.2. Variables de rendimiento	11

4.1.3.	Contenido de materia seca en el cormo	11
--------	---------------------------------------	----

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>	
4.2.	Ensayo II. Efecto de siembra bajo dos condiciones de humedad del suelo	11
4.2.1.	Variables morfológicas	11
4.2.2.	Variables de rendimiento	12
4.2.3.	Contenido de materia seca	13
4.3.	Incidencia del DsMV en ambos ensayos	13
4.4.	Formas del cormo	13
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	18
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	19
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	20
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS</b>	21

## **DEDICATORIA**

Primeramente a nuestro Padre Celestial por ser dador de la vida y la salud para culminar mis estudios universitarios y sin Él nada es posible. En especial dedicada a mis padres Severo Enríquez y Rosa Juárez Rodríguez, y a mis hermanos. Dedico con mucho cariño este trabajo de investigación a la Lic. Idalia Casco quien me apoyó desde el inicio de mi carrera universitaria, siempre la llevaré en mi corazón.

**Danelia Judith Enríquez Juárez**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el guía de nuestras vidas y darnos el respirar de cada día para alcanzar nuestras metas gracias Dios te amo.

A mis padres Agustín Mairena O. y Amanda Úbeda A. por ser unos padres excelentes y darme sus consejos día a día, y fuerzas para seguir adelante a pesar de tantas dificultades. A mi hijo Kevin Josué M. Gracias Dios por regalármelo y protéjelo siempre, los quiero mucho.

Al siervo de Dios, Odorico D`Andrea (q.e.p.d), por ser un gran intercesor ante el padre celestial y recibir muchas bendiciones.

Al Dr. Guillermo Reyes por ser maestro, amigo, y compañero excelente, espero que siga formando a sus estudiantes con espíritu de superación no se olvide de nosotros, sabe que a pesar de tantas dificultades que pasamos tenemos fe en Dios que todo marchará bien en el futuro.

Con mucho cariño a la Lic. Idalia Casco Mendieta Directora de Servicios Estudiantiles por todo el apoyo brindado durante toda la vida universitaria.

**Erick Noel Mairena Úbeda**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a Dios padre celestial por su infinito amor para nosotros, que lo amo con todo mi corazón.

A mi profesor (as.): Dr. Guillermo Reyes, por su apoyo incondicional en nuestro trabajo, Lic. MSc. Mercedes Ordoñez por su cariño incondicional, Ing. Ena Rivers, Lic. MSc. Yanet Gutiérrez por instarme a ser mejor cada día, y su linda y hermosa amistad. y a todo el personal del Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF).

A mis amigos, Erick Mairena, que aparte de ser mi compañero de tesis es mi amigo que sin Él este trabajo no se hubiese realizado satisfactoriamente, él es una persona muy especial para mí y siempre lo llevaré en mi corazón al igual que a mi amiga Yelba Cañada, a Magna Sequeira, Zenia Silva, Albaro Acebedo, Oscar Gómez, Gexa Cano, Alba Cano y a todos los recordaré siempre.

A mis hermanos y sobrinos Hilder, Dinora, Damaris, Argelio, Susy, y en especial Kevin Juárez, Anner, Mainor, Amanda y Aryel.

Le agradezco enormemente al Ing. Donald Poveda, quien estuvo siempre a la disposición en nuestro trabajo investigativo.

**Danelia Judith Enríquez Juárez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al gran Padre Celestial y a la Virgen María por ser precursores de la fuente de la sabiduría gracias por guiar mi camino, por culminar mi trabajo de investigación satisfactoriamente.

A mis asesores Dr. Guillermo Reyes. Por ser maestro excelente, un amigo, gracias “profe” por todo el tiempo dedicado a este trabajo de investigación tan importante en mi vida, Lic. MSc. Mercedes Ordoñez, Lic. MSc. Irma Vega Norori, Ing. Agr. Ena Rivers Carcache, siempre estarán presentes en mi corazón y siempre recordaré las experiencias en los viajes al campo. Al profesor Álvaro Benavidez por su apoyo incondicional en el análisis estadístico de los datos obtenidos, gracias profe por su amistad. Le agradezco mucho al Ing. Donald Poveda, quien estuvo siempre a la disposición en nuestro trabajo investigativo.

A mis padres que a pesar de las dificultades siempre estuvieron a la disposición de todo lo que necesité para seguir adelante en la realización de mis sueños, gracias de todo corazón.

A mi compañera de trabajo y amiga Danelia Enríquez por poner todo su empeño y dedicación para culminar con éxito este trabajo, gracias Dane por tus consejos, fue una experiencia maravillosa haber compartido contigo esos momentos en nuestras vidas, siempre te llevare en mi corazón. A mi amiga Yelba Cañada “chaparrita linda” te quiero mucho, gracias por darme esos ánimos que siempre he recibido de ti, gracias por tu amistad. A Magna Sequeira, Zenia Silva, Albaro Acebedo, por su apoyo en este trabajo, a todos mis amigo(as) que siempre estuvieron presentes cuando necesité de su ayuda, los quiero mucho!!!.

A mis hermanos Carlos, Magdiel, Bianka Roxana, por estar pendiente de mí y darme ánimos para salir adelante gracias hermanos los quiero mucho, primas Eneida Blandón, Amparo Blandón, gracias por brindarme el apoyo incondicional durante toda la realización de este trabajo, que Dios los Bendiga.

**Erick Noel Mairena Úbeda**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Períodos de evaluación (dds) en relación al período de establecimiento de las plantas. Ensayo I.	<b>6</b>
<b>2</b>	Promedio peso (g), longitud (cm), ancho del cormo (cm) y rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) al momento de la cosecha de las plantas 7M y 9M.	<b>11</b>
<b>3</b>	Peso inicial, peso final y pérdida de agua (g) en plantas 9M y 7M al momento de cosecha.	<b>11</b>
<b>4</b>	Peso promedio del cormo (g), largo y ancho del cormo (cm) con su respectivo valor en toneladas por hectárea evaluadas al momento de la cosecha de las plantas 7MS y plantas 7MF	<b>12</b>
<b>5</b>	Peso inicial, peso final y pérdida de agua (g) en plantas 7MS y 7MF al momento de cosecha.	<b>13</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	Plano de campo del ensayo I.	<b>7</b>
<b>2</b>	Plano de campo ensayo II.	<b>9</b>
<b>3</b>	Promedio de altura de planta (cm), largo y ancho de hojas (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm) y número de hijos registrados en plantas 7M y 9M de malanga cultivar Malanga Lila, en La Florida, Boaco, 2010	<b>10</b>
<b>4</b>	Promedio de altura de planta, largo y ancho de hojas (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm) y número de hijos registrados en plantas 7MS y 7MF de malanga cultivar Malanga Lila, en La Florida, Boaco, 2010.	<b>12</b>
<b>5</b>	Forma del corno principal a) corno de forma cónica, b) cormos de forma cilíndrica, c) corno de forma alargada	<b>13</b>
<b>6</b>	Forma del corno principal. a) cormos de forma ovalada y alargada, b) corno de forma alargada, c) corno de forma redonda.	<b>13</b>
<b>7</b>	Esquema de la fenología del cultivo de la malanga, según López <i>et al.</i> (1995), I, II, III período vegetativo (PV).	<b>14</b>

## RESUMEN

La malanga (*Colocasia esculenta*. (L.) Schott), familia *Aráceae*, es el tubérculo de mayor exportación en Nicaragua, pero es escasa la información sobre su agrotecnia. Se evaluó el efecto que tienen el tiempo de cosecha y dos condiciones de humedad del suelo sobre el rendimiento de Malanga Lila para exportación. Se establecieron dos ensayos. En el ensayo I se evaluó el efecto de cosechar las plantas a los 7 meses (7M) y 9 meses (9M) en suelo seco. Se establecieron 2 lotes de plantas de 0.7 ha cada uno, el primero en noviembre 2009 y el otro en enero 2010, ambos lotes cosechados en agosto 2010. En el ensayo II se evaluó el efecto de siembra en seco (7MS) y fangoso (7MF) sobre el rendimiento. En ambos ensayos se establecieron cuatro submuestras de 10 plantas (observaciones) por lote. En el Ensayo I se evaluaron variables morfológicas a 127, 150, 180 y 215 días después de la siembra (dds) en relación a plantas 9MS y a los 96, 120, 150 y 185 dds a plantas 7M. El ensayo II se evaluó de igual forma que las plantas 7M del ensayo I. A los datos de las variables morfológicas se realizó la prueba de T-Student y las de rendimiento un ANDEVA. Se determinó la incidencia del *Virus del Mosaico del Dasheen* (DsMV) mediante la prueba ELISA, se evaluó la concentración de materia seca de los cormos de plantas madres. Las plantas 9M y 7M registraron valores de las variables morfológicas y rendimiento similares (45.14 y 42.47 t ha<sup>-1</sup> respectivamente), el momento óptimo de cosecha es 9 meses. Las plantas 7MF crecieron más lentamente que las plantas 7MS, las que no lograron el máximo desarrollo foliar y presentaron mayor incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas en cormos, raíces y hojas. Las plantas de ambos ensayos mostraron síntomas del virus. Las plantas 7MF presentaron cormos alargados y menos anchos que las plantas 7MS.

**Palabras claves.** Malanga, tipo de siembra, época de cosecha, DsMV.

## ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta*. (L.) Schott), Araceae family, is the most export root and tuber crop in Nicaragua, nevertheless there is very little information about crop management. The effect of the time to harvest and type of sowing over the yield of taro cultivar Malanga Lila for export were evaluated. Two field trials were established in commercial plantations. In the field trial I the effect of harvest at 7 months (7M) and 9 months (9M) was evaluated. Two lots of plants of 0.7 each were sown the first lot in November 2009 and the second in January 2010 dry soil. Both groups of plants were harvest in August 2010. In the field trial II the effect of sowing in plowed soil (7MPS) and in mud (7MMS) was evaluated. In both field trials four subsamples of ten plants (observations) per lot of plants were established in the Field trial I. Field trial I morphological variables were evaluated at 127, 150, 180 and 215 days after planting (DAP) in relation to 9M plants and at 96, 120, 150 and 185 DAP plants (7M). Plants in field trial II were evaluated in the same way that plants (7M) in field trial I. A T. student test was carried out to morphological variables and analysis of variance to yield variable. ELISA test was used to determine the incidence of *Dasheen Mosaic Virus* (DsMV); and the dry matter content of mother corm was evaluated. 9M and 7M plant registered similar values in morphological variables and yield (45.14 and 42.47 t ha<sup>-1</sup> respectively). The optimal harvest time is 9 months. 7MMS grew up slowly than 7MPS plants, which did not achieve the maximum foliar development and showed a higher fungal and bacterial diseases incidence in corms, roots and leaves. Plants in both experiment showed the virus. 7MMS plants registered elongated corms and thinner corms than 7MPS plants.

**Keywords.** Harvesting time, way of sowing, DsMV, yield.

## I. INTRODUCCIÓN

La malanga (*Colocasia esculenta*. (L.) Schott), familia de las Aráceas, es uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre. De origen asiático, más reconocido al sureste de Asia, entre India e Indonesia. Su cultivo se extendió por África Tropical y Egipto y se introdujo al continente americano desde el archipiélago de las Islas Canarias (López *et al.*, 1995).

La malanga es una planta anual, herbácea suculenta que desarrolla entre 1-2 m de altura, sin tallo aéreo, produce un cormo central comestible, grande esférico, cubiertos exteriormente por escamas fibrosas o lisas (Montaldo, 1991). Es considerada uno de los tubérculos con gran potencial nutritivo esencialmente energético, rico en carbohidratos. Su contenido en proteínas es mayor que el de otros cultivos farináceos (papa, yuca); se utiliza para la alimentación humana, animal y diferentes usos industriales, forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo (PAC 2009).

La propagación vegetativa de la malanga facilita la diseminación de plagas y enfermedades que son esparcidas en las nuevas áreas de producción a través del material de siembra. Zetter y Hartman, (1987) reportan en aráceas la presencia del *virus del mosaico del dasheen* (DsMV siglas en inglés) cuyo principal efecto es retardar el crecimiento de la planta y reducir los rendimientos, puede ser transmitido por varias especies de áfidos como *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* a través de la savia de manera no persistente (Rivers, 2005). En Nicaragua se reporta la presencia del hongo *Phytophthora*, que ocasiona una enfermedad fungosa, la presencia de éste patógeno en el material de siembra impide la obtención de rendimientos óptimos y con calidad, lo que significa menos ingresos a la economía de los productores.

Según CETREX (2009) en Nicaragua la exportación de malanga tuvo un auge en los últimos cinco años y comenzó a ganar mercado desde el 2000, pero fue hasta el 2004 que generó divisas de alrededor de 2.4 millones de dólares estadounidenses, aumentando considerablemente cada año hasta llegar a los 7.2 millones de dólares en el 2007. Los

principales mercados de este producto son Estados Unidos, Puerto Rico y República Dominicana.

En Nicaragua es común encontrar la malanga cultivada en suelos fangosos, cinco años atrás la malanga se cultivaba extensivamente y formaba parte de la pequeña finca diversificada para autoconsumo, distribución local y sistemas de producción agroforestales.

Se reconocen dos tipos de producción de malanga: una cultivada en suelos fangosos, generalmente en tiempo de lluvia, donde se siembra y prácticamente no se realizan labores de aporque, control de maleza, fertilización, riego, deshije y se regresa al momento de la cosecha. El otro es la siembra de secano, realizada en surcos y canteros, requiere de tierras no anegables pero de una precipitación cercana a los 2.000 mm anuales, puesto que es un cultivo que demanda abundante agua y de labores agrícolas durante toda la etapa de desarrollo (ADDAC, 2009).

En Nicaragua se puede lograr una mayor producción de malanga con un manejo agronómico adecuado, utilizando plantas sanas y vigorosas libres del DsMV y del mal seco. Reyes y Aguilar, (2005), los agricultores están adoptando nuevas tecnologías para obtener mayores rendimientos y satisfacer la demanda en el comercio internacional. Boaco es una zona que ofrece las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo, con alturas desde los 360 a 1020 msnm, temperaturas que oscilan entre los 27 y 30 °C en épocas de verano, y temperatura mínima 18 °C; sin embargo no se cuenta con información sobre prácticas fitosanitarias, densidades de siembra, fertilización, tipos de siembra y de épocas de cosecha.

El presente estudio pretende generar información sobre el efecto que tiene la siembra en suelo seco y fangoso y la época de cosecha sobre el rendimiento de Malanga Lila para exportación.

## **II. OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar el efecto de dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha sobre el rendimiento de malanga cultivar Lila para exportación.

### **Específicos**

- Evaluar la incidencia del DsMV en plantaciones establecidas en dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha.
- Evaluar contenido de materia seca en las plantaciones establecidas en dos condiciones de humedad del suelo y tiempo de cosecha.
- Describir formas de los cormos de la malanga cv. Lila en dos condiciones de humedad del suelo.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación geográfica**

El ensayo se realizó en la comarca La Florida, municipio de Boaco, departamento de Boaco, región localizada a los 12° 28' latitud norte y 85° 39' longitud oeste. Boaco (municipio) tiene una superficie de 1086.81 km<sup>2</sup> y representa 26 % del área total del departamento. Posee un clima variado, desde trópico húmedo de sabana de vegetación, hasta bosque tropical de selva; 27-30 °C en verano, 18 °C temperaturas mínimas en diciembre, y precipitaciones de 1,200-2,000 mm anuales (INETER, 2008).

#### **3.2. Origen del material vegetativo**

Se utilizaron hijos de 60-100 g de peso del cultivar Malanga Lila (Malanga Coco) cultivado en la zona de Boaco.

#### **3.3. Ensayo I. Efecto de tiempo de cosecha**

Este ensayo se estableció a solicitud del agricultor malanga Donal Poveda el cual quería comparar el rendimiento de Malanga Lila cosechada a los 9 y 7 meses y dos condiciones de humedad del suelo.

##### **3.3.1 Diseño Metodológico**

Se establecieron 2 lotes de plantas de 0.7 ha cada uno para evaluar el efecto de tiempo de cosecha sobre el rendimiento de Malanga Lila de exportación establecida en suelo seco. Un lote se sembró en noviembre 2009 y el otro en enero 2010 (dos meses de diferencia entre ellos). Se definieron al azar cuatro submuestras de 10 plantas (observaciones), por cada lote (Figura 1), fueron marcadas y evaluadas en el mismo orden. Las plantas de ambos lotes se cosecharon al mismo tiempo (agosto de 2010).

##### **3.3.2. Manejo agronómico**

Al establecimiento del cultivo se realizaron las siguientes actividades.

*Limpieza del terreno:* Se eliminó todas las malezas de forma mecánica con azadón y machete.

*Surcado:* Se realizó manualmente con azadones y piochas haciendo hoyos de 15 cm de profundidad a distancias de 0.70 m entre plantas y 0.80 m entre surcos.

*Siembra:* Los hijos de las plantas madres desarrolladas en el ciclo vegetativo anterior se sembraron a la distancia referida en suelo con suficiente humedad. Un lote se sembró en noviembre 2009 y el otro lote en enero 2010.

*Riego:* El riego se realizó cada tres días por un período de tres horas y 4 mm por hora de acuerdo con la humedad del suelo, a excepción del suelo fangoso.

*Fertilización:* Se realizaron dos aplicaciones de fertilizantes. La primera aplicación con urea (45 %) mezclado con fertilizante completo 12-30-10 (NPK) 30 días después de la siembra (dds) y la segunda aplicación con urea (45 %) mezclado con fertilizante completo 15-15-15 (NPK) a los 120 dds.

*Control de patógenos.* Se utilizaron dos productos Amístar y *Trichoderma harzeanum*., la primera aplicación con Amístar (azoxistrobina), fungicida sistémico de amplio espectro, con acción preventiva, curativa y erradicante, con dosis de 75-100 g ha<sup>-1</sup>. *Trichoderma harzeanum*, (hongo antagonista excelente estimulador del crecimiento radicular) efectivo contra *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia*, *Fusarium* y *Pythium*. Se aplicó directamente a las plantas establecidas en el campo a dosis de 440 g ha<sup>-1</sup>

*Control de malezas.* Se efectuaron controles de malezas de hoja ancha y gramíneas cada 25 días con azadones y machetes.

*Cosecha.* Se realizó en agosto del 2010 de forma convencional introduciendo un machete verticalmente paralelo al cormo de la planta madre, para remover la tierra y extraer el cormo sin causarle daño.

### **3.3.3. Variables evaluadas**

#### **3.3.3.1. Variables morfológicas**

Las variables morfológicas abajo detalladas fueron evaluadas a los 127, 150, 180 y 215 dds (plantas sembradas en noviembre-2009) y a los 96, 120, 150 y 185 dds (plantas sembradas en enero-2010), Cuadro 1. Se evaluaron plantas contenidas en cuatro submuestras de 10 plantas (observaciones) cada una, como se explica en diseño metodológico.



**Cuadro 1.** Períodos de evaluación (dds) en relación al período de establecimiento de las plantas. Ensayo I.

Período de establecimiento	Períodos de evaluación (dds)			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
Noviembre	127	150	185	215
Enero	96	120	150	185

*Altura de planta* (cm). Se midió a partir de la base del pseudotallo hasta la parte de inserción del pecíolo tomando como referencia la hoja de mayor altura de la planta.

*Número de hojas*. Se contó el número de hojas totales de la planta principal.

*Área foliar* (cm<sup>2</sup>). Se seleccionó la hoja de mayor altura en la planta principal. El largo de la hoja se evaluó desde el punto de inserción del pecíolo con la lámina foliar hasta el ápice de la hoja. El ancho se midió considerando la parte más ancha que hacen los lóbulos de las hojas extendidas. Esta variable se obtuvo multiplicando el largo y ancho de la hoja por 1.48, factor de corrección sugerido por Morales (1987).

*Diámetro del pseudotallo* (cm): Se midió en la inserción de la vaina de la hoja en la base de la planta.

*Número de hijos*. Se contó del número de hijos originados en la base de la planta madre, a lo largo de su ciclo.

### 3.3.3.2. Variables de rendimiento

*Diámetro del cormo y largo del cormo* (cm). Medido en los cormos de las plantas madres, el diámetro con vernier y el largo del cormo con regla, desde la base del cormo hasta el corte que se realizó con un machete para desprender el resto del pseudotallo.

*Peso del cormo*: se estimó el peso en gramos (g) por medio de una balanza.

### 3.3.3.3. Contenido de materia seca y pérdida de agua

Se registró el peso fresco inicial (g), al extraer muestras de 200 gramos de cormos de plantas cosechadas en cada uno de los ensayos: 9 meses seco (9M), 7 meses seco (7M), y 7 meses fango (7MF), luego se deshidrataron en un horno a 70 °C por 24 horas, al final de ese período se registró el peso final. El cálculo de la pérdida de agua (g) es la diferencia entre el peso inicial y el peso final después del período de deshidratación de las muestras (Ensayo I-II).

### 3.3.3.4. Formas de los cormos

Para describir las formas de los cormos de Malanga Lila para exportación en suelo seco y fangoso se utilizó descriptores del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, (IPGRI, 1999) permitió identificar las formas del cormo principal de malanga para exportación.

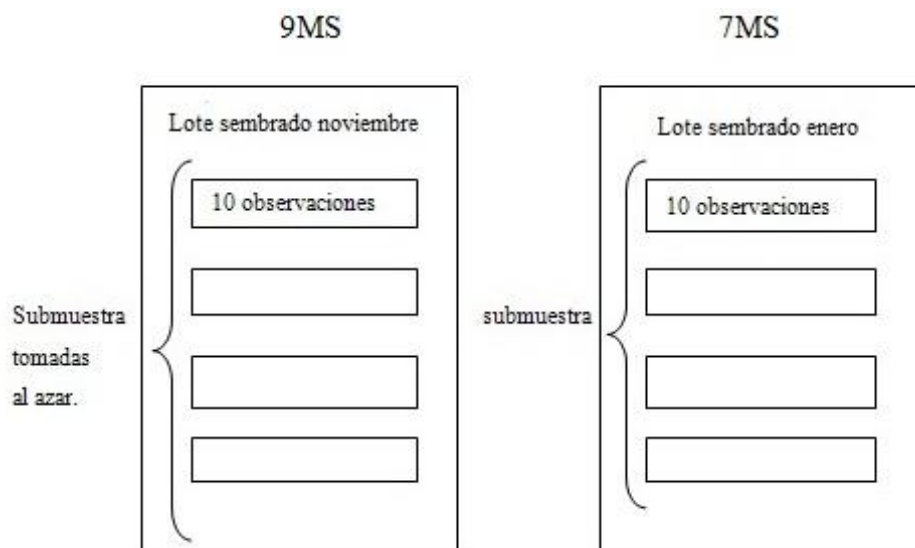


Figura 1. Plano de campo del Ensayo I.

### 3.3.4. Análisis estadístico

Los datos de las variables estudiadas se editaron en hojas electrónicas (Excel). A los datos del número de hojas, altura de planta, área foliar, diámetro del pseudotallo, número de hijos, largo, ancho y peso del cormo se les realizó la prueba de T Student (Procedure GLM in SAS, SAS Institute Inc., 1996) para muestras independientes y determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos y análisis de varianza (ANDEVA), separación de medias por Tukey a las variables de rendimiento.

### 3.3.5. Incidencia del DsMV

Para evaluar la incidencia del virus se realizó la prueba ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay, siglas en inglés) a muestras de hojas de 80 plantas seleccionadas al azar al momento de la cosecha en toda la parcela, no importando que las hojas presentasen o no síntomas del virus.

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

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

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

Una vez terminada la primera incubación, los pocillos de la placa se lavaron con buffer de lavado PBST (Phosphate Buffered Saline) Tween-20 (detergente no iónico). Los lavados se repitieron de 4 a 8 veces. Después de lavar la placa se agregó el conjugado de enzima distribuyendo 1 ml por cada pocillo de la placa. Luego se incubó la placa en una cámara húmeda durante 2 horas a temperatura ambiente. Aproximadamente 15 minutos antes de finalizar el paso de la incubación anterior se preparó la solución reveladora PNP (fosfatasa), que es una enzima que reacciona con el sustrato buffer para dar la coloración que indica la presencia del virus. Terminado el período de incubación la placa fue lavada de 4 a 8 veces con PBST. 1 ml de la solución PNP se distribuyó luego a cada pocillo de la placa y se incubó durante 30-60 minutos en cámara húmeda. Se evaluaron los resultados de acuerdo a la tinción, el color amarillo nos indicó resultados positivos y negativo cuando no hubo coloración.

### **3.3.6. Ensayo II. Efecto de siembra bajo dos condiciones de humedad.**

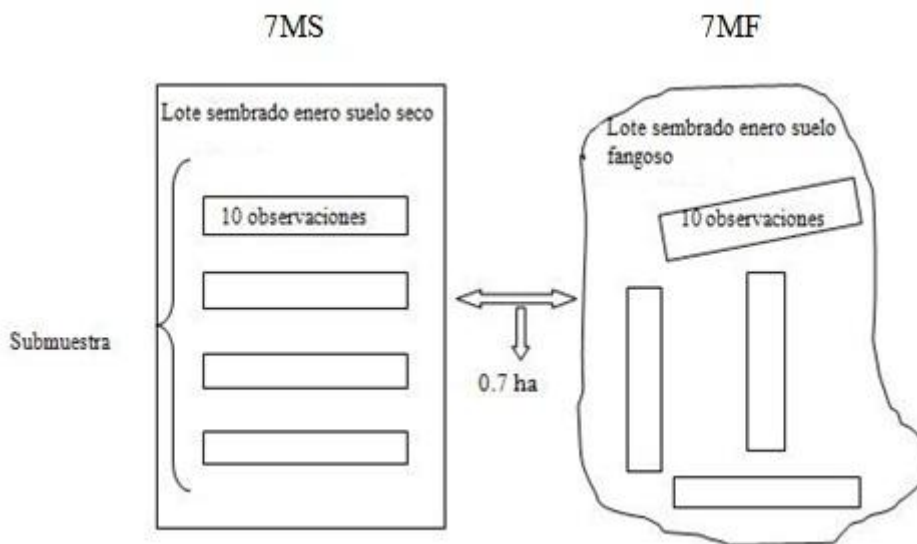
Se establecieron dos lotes de 0.7 ha cada uno en enero 2009, para evaluar el efecto de dos condiciones de humedad de suelo (seco y fangoso) sobre la morfología y

rendimiento de plantas de Malanga cultivar Malanga Lila. El análisis estadístico de las variables morfológicas, de rendimiento, el contenido de materia seca, formas del cormo, la prueba ELISA-DAS, el manejo agronómico de las plantas 7MS se realizó de igual forma que en el Ensayo I. excepto a las plantas 7MF solo se les realizó:

*Siembra:* se introdujo el hijo de malanga a presión.

*Fertilización:* Se realizaron dos aplicaciones al voleo de fertilizantes. La primera aplicación con urea (45 %) mezclado con fertilizante completo 12-30-10 (NPK) 30 días después de la siembra (dds) y la segunda aplicación con urea (45 %) mezclado con fertilizante completo 15-15-15 (NPK) a los 120 dds.

*Cosecha:* Se realizó en agosto del 2010 de forma convencional introduciendo un machete verticalmente paralelo al cormo de la planta madre, para remover la tierra y extraer el cormo sin causarle daño.



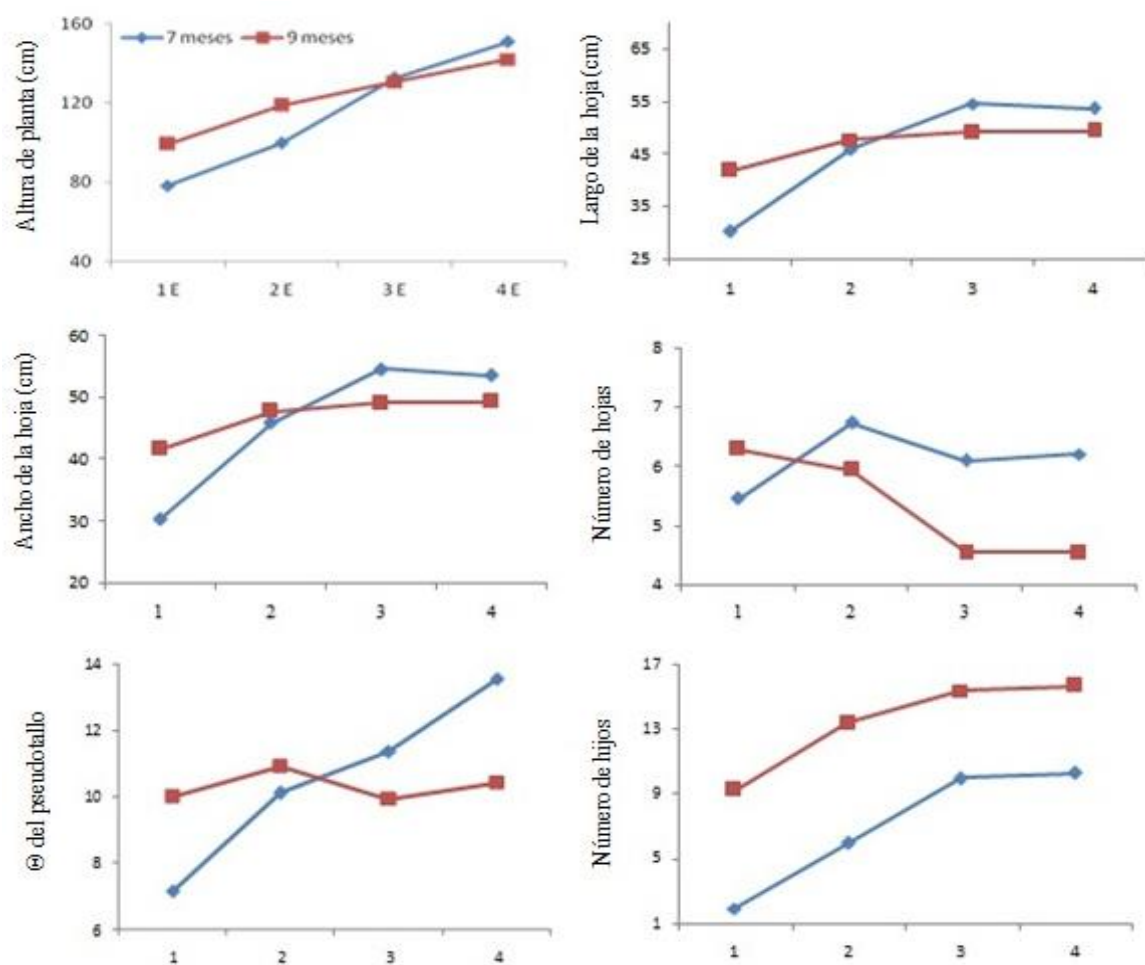
**Figura 2.** Plano de campo ensayo II. 7MS = Plantas de 7 meses en suelo seco; 7MF = Plantas de 7 meses en suelo fangoso.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Ensayo I. Efecto de tiempo de cosecha

#### 4.1.1. Variables morfológicas

Se realizaron cuatro evaluaciones [127, 150, 180 y 215 dds con respecto a las plantas 9 meses (9MS) y a los 96, 120, 150 y 185 dds con respecto a las plantas de 7 meses (7MS)]. En la primera evaluación las plantas 9MS registraron mayores promedios en las variables morfológicas (Figura 3).



**Figura 3.** Promedio de altura de planta (cm), largo y ancho de hojas (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm) y número de hijos registrados en plantas 7M y 9M de malanga cultivar Malanga Lila, en La Florida, Boaco, 2010.  $\Theta$  (símbolo de diámetro)

En la segunda y tercera evaluación las plantas de ambas edades fueron similares en altura, largo y ancho de hojas, número de hojas y diámetro del pseudotallo. En la cuarta

evaluación plantas 9M registraron disminución en el promedio de las variables morfológicas, excepto en el número de hijos que constantemente registró mayor promedio (Figura 3).

#### 4.1.2. Variables de rendimiento

Las plantas 9M registraron mayor peso promedio (2478.50 g), ancho del cormo (15.10 cm) y rendimiento (45.14 t ha<sup>-1</sup>) que las plantas 7M. Ambos tipos de plantas desarrollaron cormos de similar longitud (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Promedio peso (g), longitud (cm), ancho del cormo (cm) y rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) al momento de la cosecha de las plantas 7M y 9M.

Tratamiento	PESO (g)	LARCORMO (cm)	ANCORMO (cm)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
9 M	2478.50 a	26.10 a	15.10 a	45.14 a
7 M	2332.00 a	26.50 a	13.50 b	42.47 a
CV	35.60	23.50	22.00	

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

#### 4.1.3. Contenido de materia seca en el cormo

Las plantas 9M registraron mayor peso final del cormo después de la deshidratación (65,25 g) que las plantas 7M con poca pérdida de agua y de (61,56 g) para las plantas 7M (Cuadro 3).

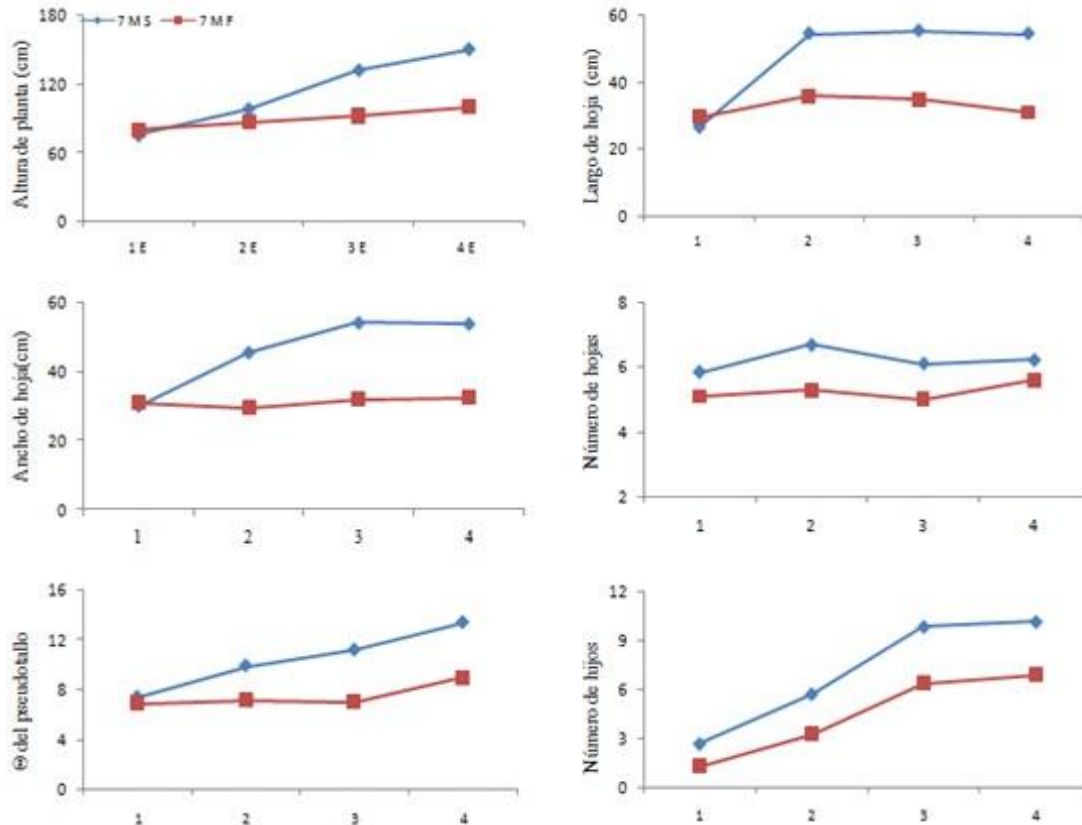
**Cuadro 3.** Peso inicial, peso final y pérdida de agua (g) en plantas 9M y 7M al momento de cosecha.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de agua (g)
9 M	200	65.25	134.65
7 M	200	61.56	138.44

## 4.2. Ensayo II. Efecto de siembra bajo dos condiciones de humedad

### 4.2.1. Variables morfológicas

Las plantas desarrolladas en suelo seco registraron mayores promedios de variables morfológicas en las cuatro evaluaciones. En la primera evaluación (96 dds) las plantas de ambos tipos de siembra registraron valores similares de altura de la planta, largo y ancho de la hoja y diámetro del pseudotallo, y ligeras diferencias en número de hojas e hijos (Figura 4).



**Figura 4.** Promedio de altura de planta, largo y ancho de hojas (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm) y número de hijos registrados en plantas 7MS y 7MF de malanga cultivar Malanga Lila, en La Florida, Boaco, 2010. Ø (símbolo de diámetro)

#### 4.2.2. Variables de rendimiento

Las plantas 7MS registraron mayor promedio de peso, largo y ancho del cormo y rendimiento que las plantas 7MF (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Peso promedio (g), largo y ancho del cormo (cm) con su respectivo valor en toneladas por hectárea evaluadas al momento de la cosecha de las plantas 7MS y plantas 7MF del cultivar de malanga Malanga Lila.

Tratamiento	PESO (g)	LARCORMO (cm)	ANCORMO (cm)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )
7 M S	2,332.00 a	26.50 a	13.50 a	42.47 a
7 M F	1,449.00 b	25.40 a	11.55 a	26.39 b
CV	36.2	23.96	40.00	

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

#### 4.2.3. Contenido de materia seca

Las plantas 7MS y 7MF presentaron similares promedios en peso final y pérdida de agua (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Peso inicial, peso final y pérdida de agua (g) en plantas 7MS y 7MF al momento de cosecha.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Pérdida de agua (g)
7 M S	200	61,56	138,44
7 M F	200	59,15	140,85

#### 4.3. Incidencia del DsMV en ambos ensayos

La prueba ELISA reveló que las muestras de hojas de malanga tomadas al azar en los Ensayos I y Ensayos II estaban 100 % infectadas con el DsMV. Esto demuestra que la mayor parte de los productores utilizan material de siembra infestado por el virus lo que significa puede ocasionar bajo rendimiento en el cultivo si no se da manejo adecuado

#### 4.4. Formas de los cormos

En malangas de suelo seco podemos encontrar cormos de las siguientes formas.



**Figura 5.** Forma del cormo principal. a) Cormo de forma cónica, b) Cormos de forma cilíndrica, c) cormo de forma alargada.

En malangas de suelo fangoso podemos encontrar cormos de las siguientes formas



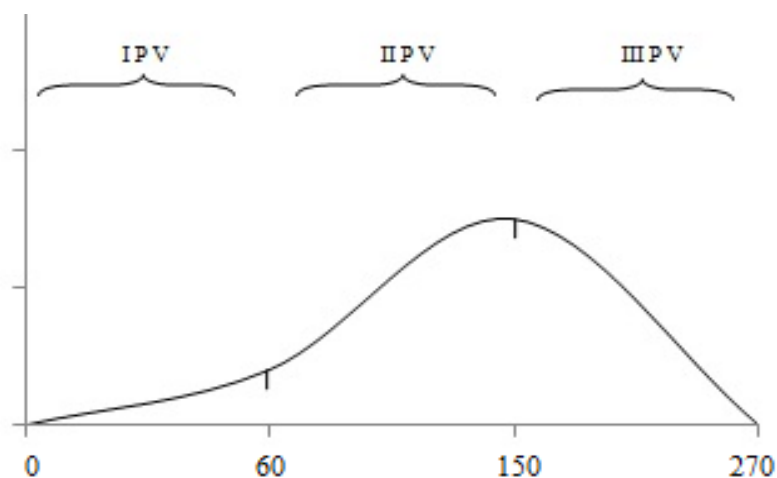
**Figura 6.** Forma del cormo principal. a) Cormos de forma ovalada y alargada, b) Cormo de forma alargada, c) Cormo de forma redonda.



El cormo de la malanga suele tener diversas formas (alargada, cónica, redonda, cilíndrica, elíptica) en suelo fangoso la malanga tiende a desarrollarse con mayor longitud que en suelo seco.

Inicialmente en Nicaragua la malanga se producía para autoconsumo de las familias campesinas en las zonas Central-Norte, Central-Sur y Caribe (Boaco, Matagalpa, Región Autónoma del Atlántico Sur, Región Autónoma del Atlántico Norte). En estas regiones es posible encontrar malangas naturalizadas a las orillas de los ríos y/o cultivadas en parcelas, es parte de los cultivos no tradicionales que empiezan a desarrollarse. Actualmente la producción es destinada al comercio local, aunque la mayor parte para la exportación.

Según López *et al.*, (1995) la malanga tiene tres períodos de crecimiento. El primero se caracteriza por el lento crecimiento del follaje y comprende desde la brotación hasta la aparición de los cormos primarios, y se prolonga hasta los 60 dds. En el segundo período se produce un rápido crecimiento de la parte aérea. Inicia con la formación de los cormos secundarios y termina cuando se logra el máximo desarrollo foliar, se extiende desde los 60-150 dds aproximadamente. El tercer período se caracteriza por el rápido crecimiento de los cormos primarios y secundarios y declinación progresiva del follaje. Comprende desde los 150-270 dds. Al final de este período se presenta la senescencia y amarillamiento del follaje lo cual es un indicador de cosecha.



**Figura 7.** Esquema de la fenología del cultivo de la malanga, según López *et al.* (1995). I, II, III período vegetativo (PV).

Las plantas 9M registraron mayor promedio de las variables morfológicas en la primera y segunda evaluación que las plantas 7M, a excepción del número de hojas que declinó a partir de los 150 dds y el número de hijos que constantemente registró mayor promedio siempre. Sin embargo registraron en la tercer y cuarta evaluación valores inferiores a los reportados en las plantas 7M. En la segunda evaluación (150 dds para las plantas 9M) éstas ya habían alcanzado el máximo desarrollo foliar, es decir ya habían completado el segundo período vegetativo, de tal manera que las posteriores evaluaciones (180 y 215 dds para las plantas 9M) hubo una visible reducción fundamentalmente del número promedio de hojas y diámetro del pseudotallo con respecto a las plantas 7M. En la tercera y cuarta evaluación las plantas 9M se encontraban en el período de movilización masiva de asimilatos desde la parte aérea hacia el cormo. Por otro lado, las plantas 7M registraron una tendencia al aumento continuo del crecimiento hasta la última evaluación (185 dds con respecto a las plantas 7M), momento cuando alcanzaron su máximo desarrollo foliar.

Las plantas 9M completaron los tres períodos de crecimiento por lo que registraron rendimientos ligeramente superiores que las plantas 7M, las que no lograron completar el importante período de traslocación bidireccional de nutrientes en las plantas. Las plantas 7M pudieron alcanzar un rendimiento similar a las plantas de 9M si hubiesen sido cosechadas a los nueve meses, una vez alcanzados sus tres períodos de crecimiento.

En plantas 7MS en condiciones de suelo seco desarrollaron cormos redondos, cónicos, cilíndricos, alargado, al ser el suelo compacto y ejercer una especie de fuerza de contención del desarrollo de los cormos. Las plantas 7MF en condiciones de suelo fangoso desarrollaron cormos redondos, ovalados, alargados, generalmente más largos que anchos. En estas condiciones el cormo crece con menor presión, por ser el suelo de origen arcilloso y de textura suave cuando está inundado.

La forma del cormo no es un criterio para identificar una variedad, aunque los agricultores de malanga en Nicaragua llaman Malanga Coco, lo que ellos creen es un cultivar específico por la forma redonda que tiene el cormo al momento de cosecha de las malangas sembradas en suelo seco. En suelo fangoso la forma predominante de los

cormos fue más alargada que redonda, aún siendo el mismo cultivar también lo llaman Malanga Lila, nombre que podría ser más adecuado.

Las plantas 7MS registraron promedios muy similares en las variables morfológicas en la primera evaluación (96 dds), a excepción del número de hojas e hijos, que las plantas 7MF. Muchos productores catalogan la Malanga Lila como susceptible a las condiciones fangosas, ya que estas condiciones son óptimas para el desarrollo de enfermedades bacterianas y fungosas (pudriciones de cormos, raíces y hojas) ocasionando pérdidas irreversibles. Las plantas 7MF se desarrollaron en difíciles condiciones en comparación a las plantas 7MS.

En Nicaragua se produce otro cultivar conocido como malanga cv Blanca es resistente en terrenos fangosos, no es muy apetecida por los consumidores nicaragüenses por su calidad culinaria y gustosidad, cocida es de color cremosa y tiene una textura pastosa, en cambio la malanga lila se diferencia por la presencia de puntos lilas, cosida es color morado y tiene una consistencia porosa.

El *DsMV* no es letal, pero puede ocasionar bajos rendimientos, es diseminado por material de siembra, y transmitido por varias especies de áfidos como *Myzus persicae* y *Aphis gossypii* a través de la savia de manera no persistente (Rivers, 2005). En los Ensayo I y II se observó gran cantidad de estos insectos en el envés de las hojas al que no se le tomó mucha importancia para su control. Es muy probable que las áreas totales de producción de malanga en Nicaragua estén infestadas con el *DsMV*. Rivers (2005) encontró porcentajes mayores del 50% de plantas infectadas con el virus en los cultivares Malanga Lila, Malanga Blanca y Ñampí colectadas en tres zonas de Nicaragua. Las plantas infectadas con el virus completan su fenología igual que una planta sana, generalmente producen buenos rendimientos y pocas veces se encuentran plantas con síntomas severos. En este estudio se obtuvo información sobre el efecto que tiene el tipo de siembra y época de cosecha sobre el rendimiento de la malanga cv Malanga Lila en Boaco. Los productores de malanga deben informarse sobre los momentos óptimos de cosecha en el cultivo, cuando se logran los mayores rendimientos. Si por motivos de la demanda de malanga se cosechan las plantas cuando aún no han alcanzado la madurez fisiológica habrá rendimientos insatisfactorios.

Los países que exportan malanga son Costa Rica, Nicaragua y Ecuador, pero en conjunto no superan las 15 mil toneladas, por lo que existe un déficit de 50%. En México se cultiva malanga con rendimientos de 25 t ha<sup>-1</sup>, Fundación Produce Sinaloa A.C. (2009). En Nicaragua se cultiva malanga lila produciendo de 30 a 45 t ha<sup>-1</sup> el cual es considerado un buen rendimiento.

## V. CONCLUSIONES

- Cosechar Malanga Lila la a los 9 meses produjo rendimientos ligeramente superiores en las condiciones del ensayo. Se puede cosechar a los 7 meses ya que los tratamientos son estadísticamente iguales.
- Las plantas 7MS obtuvieron mayores rendimientos a diferencia de las plantas 7MF el cual crecieron lentamente, se observó mayor incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas en cormos, raíces y hojas.
- Las plantas 7MS y 9MS presentaron cormos redondos, alargados debido a la fuerza de presión que ejerció el suelo. Las plantas 7MF en comparación con las plantas 7MS desarrollaron cormos alargados y menos anchos.
- Todas las plantas de malanga están infectadas con el virus DsMV. Probablemente las áreas totales de producción de malanga en Nicaragua estén también infectadas.

## VI. RECOMENDACIONES

- En las condiciones donde se realizó el ensayo la cosecha de Malanga Lila para la exportación debe realizarse a los nueve meses cuando las plantas hayan alcanzado los tres períodos de crecimiento y acumulado mayor cantidad de carbohidratos en los cormos.
- Al parecer hay respuesta genotípica a la siembra en fango. El cultivar Malanga Lila parece no tolerar esas condiciones. Es recomendable realizar estudios que verifiquen o rechacen los resultados obtenidos.
- Que los productores cultiven Malanga Lila para exportación en suelos donde se pueda realizar un manejo agronómico adecuado, utilizando semillas sanas, libres del DsMV y mal seco.
- Realizar estudios que se pueda comparar el efecto que tiene el virus sobre el rendimiento, utilizando plantas *in-vitro* sanas propagadas a partir de meristemas y plantas *in vitro* propagadas por ápices (infectadas).
- En los próximos estudios realizar un Análisis Económico de cultivo de Malanga para determinar la factibilidad del tiempo de cosecha.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDAC** (Asociación para la diversificación y desarrollo agrícola comunal). 2009. Análisis de la cadena de valor de malanga. 27 Pág.
- CETREX**. (Centro de trámites a las exportaciones). 2009. Exportaciones de malanga período 2000 a 2008 y de Enero a Septiembre del 2009.
- FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA A.C.** 2009. Ven en malanga cultivo factible para el sur de Sinaloa. Consultado (en línea) el día 16 de enero de 2011 en [http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com\\_content&view=article&id=407:ven-en-malanga-cultivo-factible-para-el-sur-desinaloa&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373](http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&id=407:ven-en-malanga-cultivo-factible-para-el-sur-desinaloa&catid=37:sinaloa-produce&Itemid=373).
- INETER**. 2008. Instituto de Estudios Territoriales. Resumen meteorológico anual. Dirección General de Meteorología año 2008.
- IPGRI**. 1999. Descriptores para el taró (*Colocasia esculenta*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia
- LÓPEZ, ZADA M; VÁSQUEZ BECALLI, E; LÓPEZ, FLEITES R.** 1995. Raíces y tubérculos, 2da ed. Cuba. Editorial Pueblo y Educación.
- MONTALDO, A.** 1991. Cultivo de Raíces y tubérculos tropicales. 2da. Ed. San José, CR. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. Pág. 53-68.
- MORALES, C. R. 1987.** Manual de laboratorio de fisiología vegetal. 179p.
- PAC**, Asociación pueblos en acción comunitaria. (2009). Malanga coco. Consultado (en línea) 10 de diciembre 2010, en <http://www.apac.org.ni/Malanga/html/index.html>
- REYES, G., AGUILAR, M.** 2005. Reproducción acelerada de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.). Guía Técnica N° 8. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- RIVERS, E.** 2005. Incidencia del virus del mosaico del dasheen (DsMV) y producción de plantas libres del virus en tres cultivares de malanga (*Colocasia* sp.). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 32 Pp. Tesis CENIDA.
- ZETTLER, F.W; HARTMAN, R.D.** 1987. Dasheen mosaic virus as a pathogen of cultivated aroids and control of the virus by tissue culture. Plant Dis. 71:958-963

## VIII. ANEXOS



Fotos A, B, C, D, E y F. Cormo principal de malanga en suelo fangoso (7MF).



Fotos A) cosecha de malanga (7MS); B) cormos de malanga (7MS); C) área foliar (9M).