

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA
UNAN FAREM-MATAGALPA**



MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de Malanga (*Colocasia Esculenta*) en las condiciones edafoclimáticas, Finca Buena Vista, comunidad El Tepeyac; departamento de Matagalpa, I Semestre 2015

Autores:

**Br. Luis Stip Arróliga Araica
Br. Nitze Danny Blandón Ruíz**

Tutor:

MSc. Francisco Javier Chavarría Arauz

Asesor:

PhD. Guillermo Reyes

Matagalpa, Diciembre de 2015

í. DEDICATORIA

A Dios, dador de la vida y sabiduría, ser todopoderoso que nos fortalece y nos levanta día a día.

A mis Padres, que con su amor, esfuerzo, abnegación y dedicación, hicieron posible mi formación profesional.

A mi novia por su apoyo moral e incondicional.

A todos mis Docentes que con sus conocimientos hicieron posible mi formación profesional.

Luis Stip Arróliga Araica

A Dios, todo poderoso dador de la vida, sabiduría e inteligencia.

A mi madre, que con cariño, abnegación y desinterés fue partícipe directa durante toda mi formación profesional.

Nitzee Dany Blandón Ruíz

ii. *Agradecimiento*

A Dios, por concederme el don de la vida, por fortalecerme cada día para enfrentar y vencer sobre los obstáculos que se me presentaron durante el transcurso de mi formación profesional, por colmarme de paciencia, sabiduría e inteligencia para poder cumplir exitosamente con mi meta.

A mis Padres, Blanca Rosa Araica Ruiz y Eugenio Enrique Arróliga, a quienes agradezco todo lo que soy, por ser quienes me trajeron al mundo y quienes con amor, esfuerzo y dedicación me educaron desde mi infancia, para poder llegar a ser una persona de bien y servir a la sociedad, quienes me inculcaron los valores espirituales, morales y sociales, por ser quienes me han apoyado y motivado incondicionalmente para poder culminar mi formación profesional.

A mi novia Katheryng Fabiola Mairena Castillo, por brindarme su apoyo incondicional y desinteresado, por su amor, paciencia y comprensión en los momentos difíciles y por motivarme siempre a ser mejor y a luchar por lo que deseo alcanzar.

A nuestro Tutor MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz, por brindarnos sus valiosos conocimientos y su tiempo para guiarnos y apoyarnos en el transcurso de nuestra formación profesional con paciencia y dedicación.

A nuestro Asesor Guillermo Reyes, por brindarnos su apoyo incondicional y sus valiosos aportes.

A nuestros Docentes MSc. Virginia López Orozco, MSc. Evelyn Calvo Reyes, PhD. Jairo Emilio Rojas, MSc. Julio Laguna y demás docentes que formaron parte de nuestra educación profesional, por su paciencia y dedicación para transmitirnos sus valiosos conocimientos y ayudarnos a cumplir nuestra meta.

Luis Stip Arróliga Araica

Agradecimiento

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir día a día en este mundo y por haberme dotado de inteligencia, paciencia y determinación para lograr mi meta de culminar mi carrera y poder vencer los obstáculos que se me presentaron durante el transcurso de mis estudios superiores.

A mi madre, Ada Luz Ruíz, por brindarme la oportunidad de venir a este mundo. A mi Abuelita Gregoria Ruíz Cruz, por cuidarme y guiarme desde mi infancia, para poder llegar a ser una persona de bien y servir a la sociedad en general, por ser quienes me inculcaron los valores espirituales, morales, culturales y sociales y por ser quienes me motivaron cada día de mi vida para cumplir con mis objetivos.

A mi novia Alma Lúgía Canalez Pérez por brindarme su apoyo incondicional y desinteresado durante toda mi carrera.

A nuestro Tutor MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz y demás docentes, por brindarnos su valioso tiempo y sus conocimientos, para llegar a ser lo que hoy somos.

A nuestro Asesor PhD. Guillermo Reyes, por su apoyo incondicional y por brindarnos sus valiosos aportes y conocimientos.

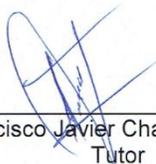
Nítzee Dany Blandón Ruíz.

OPINION DEL TUTOR

Por este medio yo Francisco Javier Chavarría Aráuz, en mi calidad de Director de tesis realizada por los Bachilleres **Luis Stip Arróliga Araica y Nitze Danny Blandón Ruíz**, con el título "**Evaluación del comportamiento agronómico de ocho variedades de Malanga (*Colocassia sculenta*) en las condiciones edafoclimáticas, Finca Buena Vista, comunidad El Tepeyac; departamento de Matagalpa, II Semestre 2015**". Certifico que el trabajo que se presenta cumple con lo estipulado por la UNAN Managua para este tipo de estudios así mismo felicito a los Bachilleres **Arróliga y Blandón** por su esfuerzo a fin de llevar a feliz termino su valioso trabajo.

El tipo de trabajo que han llevado a cabo los Bachilleres Arróliga y Blandón, constituye un gran esfuerzo a fin de contribuir al conocimiento de nuevos genotipos de malanga, lo que es muy importante para el desarrollo socioeconómico y ambiental de las zonas donde se puedan cultivar esos genotipos.

Que Dios le bendiga para que continúe contribuyendo a la patria.



Francisco Javier Chavarría Aráuz
Tutor

iii. RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Finca Buena Vista, en la Comunidad El Tepeyac, del departamento de Matagalpa, en el primer semestre del año 2015. Para esto fue necesario describir las condiciones edáficas y climáticas de la parcela de estudio, caracterizar fenotípicamente ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*), determinar el comportamiento agronómico y estimar la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades. El presente estudio se justifica por cuanto posee valor teórico, utilidad práctica y relevancia social y ambiental, metodológicamente el trabajo de investigación es del tipo descriptivo transversal, con la aplicación de un diseño no experimental, tomándose una muestra del 20% del universo, las variedades evaluadas fueron BLPNG10, BLPNG03, LEON2, LEON3, CETHA, Cetha08, Sn2 y BLSM128, las cuales se fertilizaron con 15-15-15 y urea aplicada al drench, se efectuó manejo de malezas de forma manual, aporques, y muestreos de enfermedades. Con los resultados del estudio se determinó que las condiciones edafoclimáticas son adecuadas para el desarrollo del cultivo, al mismo tiempo estas condiciones influyen sobre las características fenotípicas de las ocho variedades, y la tolerancia y resistencia que tienen ante el ataque de plagas y enfermedades, se concluyó en base a los resultados que las mejores variedades fueron Leon2, Leon3 y BLPNG03, considerando la generalidad de las variables de estudio. Con los resultados obtenidos se beneficiará a los productores de la zona, servirá como base de información y planificación de proyectos económicos y sociales, también beneficiará a estudiantes con carreras a fines.

ÍNDICE

<i>i. DEDICATORIA</i>	
<i>ii. Agradecimiento</i>	
iii. RESUMEN	
I INTRODUCCIÓN	1
II ANTECEDENTES	3
III JUSTIFICACIÓN	5
4.1 Pregunta general	7
4.2 Preguntas específicas de investigación.....	7
V OBJETIVOS	8
5.1 Objetivo General	8
5.2 Objetivos específicos	8
VI MARCO TEÓRICO	9
6.1 La agricultura en Nicaragua.....	9
6.2 Características socioeconómicas del municipio de Matagalpa.....	9
6.3 Actividad socioeconómica de la comunidad El Tepeyac	11
6.4 La Malanga (<i>Colocasia esculenta</i>)	11
6.4.1 Definición de la malanga	12
6.4.2 Clasificación de la malanga.....	13
6.4.3 Porte.....	14
6.4.4 Cormo	14
6.4.5 Hojas	14
6.5 Botánica de la malanga.....	15
6.5.1 Morfología de la Malanga	15
6.5.2 Fisiología de la malanga.....	15
6.6 Época de siembra.....	16
6.6.1 Preparación de suelos	16
6.6.2 Semilla.....	17
6.6.3 Siembra	18
6.6.4 Densidad de siembra.....	19
6.7 Manejo del cultivo de malanga	19

6.7.1 Escarda y Aporque	20
6.7.2 Manejo de sombras.....	21
6.7.3 Manejo de malezas.....	21
6.8 Manejo de plagas.....	23
6.8.1 Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> ssp).....	24
6.8.2 Manejo de Gallina ciega (<i>Phyllophaga</i> ssp)	24
6.8.3 Gusano de alambre (<i>Aeolus</i> ssp).....	24
6.8.4 Manejo de Gusano de alambre (<i>Aeolus</i> ssp)	25
6.8.5 Termitas (<i>Reticulitermes lucifugus</i>)	25
6.8.6 Manejo de Termitas (<i>Reticulitermes lucifugus</i>)	26
6.9 Manejo de enfermedades	26
6.10 Riego.....	30
6.11 Requerimientos nutricionales.....	31
6.12 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de malanga.....	31
6.12.1 Clima.....	31
6.12.2 Altitudes	32
6.12.3 Precipitación.....	32
6.12.4 Temperatura	33
6.12.5 Fotoperíodo	33
6.12.6 Suelos	34
6.12.7 Macronutrientes.....	40
7.1 General	42
7.2 Específicas	42
VIII DISEÑO METODOLÓGICO	44
8.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio	44
8.1.1 Condiciones climáticas	44
8.2 Tipo de estudio.....	44
8.3 Poblacion y muestra	45
8.4 Instrumentos.....	45
8.5 Variables medidas	46
8.6 Manejo agronómico del estudio	46
8.6.1 Recolección de Muestras de campo	47
8.6.2 Textura	48

8.6.3 Estimación de capacidad de campo (CC).....	48
8.6.4 Estimación de Punto de Marchitez Permanente “PMP”	48
8.6.5 Estimación de CRAD (Capacidad de Retención de Agua Disponible).....	49
8.6.6 Color	49
8.6.7 Densidad y porosidad	49
8.6.9 Desinfección y siembra de semilla	50
8.6.10 Fertilización	50
8.6.12 Riego	51
8.7 Análisis estadísticos.....	51
IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
9.1 Condiciones edáficas de la Finca Buena Vista	57
9.1.1.1 Estudio de Muestras	58
9.1.1.2 Preparación de la muestra.	58
9.1.2 Textura	59
9.1.3 Estimación de Capacidad de Campo (CC).....	61
9.1.4 Estimación de Punto de Marchitez Permanente “PMP”	62
9.1.5 Estimación de Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD).....	63
9.1.7 Densidad y porosidad	65
9.2 Características fenotípicas de las variedades	68
9.3 Comportamiento agronómico	72
9.3.1 Crecimiento vertical.....	72
9.3.2 Crecimiento horizontal.....	74
X. CONCLUSIONES	82
XI. RECOMENDACIONES.....	83
XII. BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS

I INTRODUCCIÓN

La población nicaragüense demanda en su dieta diaria la producción de raíces y tubérculos. El quequisque y la malanga son cultivos cuyos cormos y cormelos son consumidos en diversas maneras por ser ricos en carbohidratos, proteínas, grasas y aminoácidos. Además del valor nutricional, estos cultivos generan recursos económicos a los productores nicaragüenses principalmente al ser exportados a los mercados étnicos de los Estados Unidos, Costa Rica y Puerto Rico (Reyes & Aguilar, 2005).

El cultivo de la malanga además contribuye a la seguridad y soberanía alimentaria de la población, pero por otro lado tiene su importancia ambiental, ya que utiliza terrenos donde otros cultivos no podrían prevalecer ni producir. Por ser un cultivo de porte bajo es ideal para evitar la erosión hídrica y eólica, debido al despliegue de sus hojas es perfecto para evitar la erosión por salpicadura debido a que las dimensiones de sus hojas permiten un deslizamiento muy suave, lo que permite que el agua descienda despacio en el suelo. Es una planta que se puede establecer en lugares donde otros cultivos no se desarrollan como en zanjonos y lugares bajos, evita la reducción de pérdidas de suelos por escorrentías, ya que esta amarra muy bien los suelos.

Existen varias regiones en Nicaragua que cuentan con las condiciones adecuadas para explotación y cultivo de malanga, lo que lo hace un cultivo con alto potencial para su implementación en el país, participando activamente en la reconversión de cultivos que lo necesiten.

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 malezas, 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 suelos no anegables, pero de precipitaciones

cercanas a 2000 mm anuales, puesto que es un cultivo que demanda abundante agua y de labores agrícolas durante toda la etapa de desarrollo (ADDAC, 2009).

Muchos productores de malanga se han dedicado a producir solamente la variedad Lila, ignorando la utilización y comportamiento de otras variedades que perfectamente se podrían establecer en las condiciones agroecológicas de la región, desconociendo la tolerancia o resistencia que las variedades pueden tener al momento de establecerlas bajo condiciones.

Con el presente estudio se caracterizó el comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) en condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista, lo que contribuirá a la formulación de propuestas para la adopción de las variedades más promisorias por parte de los productores de la zona. El instrumento que se utilizó fue hoja de campo y guía de observación para medir el comportamiento de las plantas evaluadas en las condiciones de la zona de estudio.

Con los resultados del estudio se beneficia a todos aquellos productores de la zona, por ser, este en una alternativa y solución en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional, además de ser un factor para incrementar los ingresos de la familia y de esta manera contribuir a una mejor calidad de vida, cabe mencionar que este cultivo se plantea como una alternativa, como plan de diversificación de las fincas.

El documento se estructura según normativa de la UNAN Managua, los resultados se presentan conforme la operacionalización de variables, la que a la vez se deriva de los objetivos específicos y las hipótesis de investigación.

II ANTECEDENTES

El origen de la malanga según varios autores se encuentra en los trópicos americanos, específicamente en la zona de las Antillas y que luego se trasladó al oeste del Continente Africano, encontraron el producto desde el sur de México hasta Bolivia. Entre los países de América Central o del sur en la zona de las Antillas se ha encontrado la mayor cantidad de ecotipos (variedades) del producto (Zapata & Velásquez, 2013).

La malanga se remonta a la sociedad neolítica. Es una planta perteneciente a la familia Araceae, teniendo según algunos estudiosos de tubérculos dos géneros por motivos geográficos. El género Colocassia originario del sureste de Asia que después se introdujo a América y el género Xanthosoma cuyo origen son las Antillas en el continente Americano (Zapata & Velásquez, 2013).

La malanga forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo, consumida originalmente en África, Asia y Oceanía, posteriormente y debido a las migraciones hacia América y Europa ahora se están adquiriendo nuevos consumidores por sus altos valores nutritivos (Zapata & Velásquez, 2013).

En los países tropicales y subtropicales, la malanga es un producto valioso que es utilizado como fuente de energía, carbohidratos y proteínas contribuyendo a la seguridad alimentaria. El corno es la parte principal que se comercializa por ser una fuente importante de producción y almacenamiento de carbohidratos.

En muchos países en desarrollo la malanga es un cultivo que constituye una fuente importante de ingresos para pequeños productores de zonas rurales y marginales, además es una alternativa para zonas donde existen suelos anegados los cuales no son aptos para la mayoría de cultivos (Astudillo y Robles, 2013). Pese a ello es poca la información que existe referente al mejoramiento de las variedades más utilizadas.

Las variedades en estudio fueron aportadas por el SPC (Secretariat of Pacific Countries, siglas en inglés del Secretariado de los países del Pacífico), a través del proyecto multinacional *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), que en Nicaragua es coordinado por el PhD Guillermo Reyes, docente investigador de la Universidad Nacional Agraria (UNA), quien es uno de los pocos investigadores del rubro malanga en Nicaragua.

Las variedades BLPNG10 Y BLPNG03 son originarias de Polinesia, las variedades CETHA, cetha08 y BLSM128 son de origen Asiático, del Centro de Estudios de Thailandia y Samoa, mientras que las variedades LEON2, LEON3 y Sn2 son especies nativas.

En Nicaragua se carece de información sobre el comportamiento agronómico de las variedades en explotación, a pesar de la importancia económica del rubro y a la demanda mundial que ha aumentado en los últimos años. Además no se conoce con exactitud la cantidad de genotipos de malanga que existe en la actualidad. Hasta 2010 se contabilizaban 8 genotipos naturalizados (Bustamante & Hernández, 2015).

No se logró encontrar información sobre evaluación de variedades de malanga, por lo que el presente estudio es un gran aporte a nivel nacional y local, dado la importancia socioeconómica y ambiental que ha tenido el rubro en los últimos años.

III JUSTIFICACIÓN

En Nicaragua el cultivo de la malanga (*Colocasia esculenta*) tiene gran importancia para los productores, ya que contribuye a la seguridad alimentaria y nutricional de la población, además de ser una alternativa para diversificación de la finca y obtener mayores oportunidades de mejorar los ingresos económicos de las familias con la exportación del producto; pero por otro lado tiene importancia ambiental, ya que utiliza terrenos donde otros cultivos no podrían prevalecer ni producir y contribuye en la conservación de las fuentes de agua, ya que al ser sembrado a orillas de las vegas y ríos, el porte de las hojas impide la penetración directa de los rayos solares, evitando que estos se sequen.

Es necesario contar con diferentes variedades, esto permite enfrentar de mejor forma los impactos del cambio climático, puesto que al presentarse plagas o enfermedades que puedan afectar las plantas de malanga de la variedad Lila que normalmente se produce en el país, se puede contar con otras alternativas y así evitar daños devastadores que afecta tanto la economía del país, como la economía de las familias de los productores, sin poner en riesgo la soberanía y la seguridad alimentaria.

Se beneficiará a los productores de la zona de estudio y región en general por cuanto se les brinda una alternativa más en cuanto a seguridad alimentaria y nutricional, por otro lado ayuda a mejorar los ingresos de la familia al tener la oportunidad de ofrecer su producto en los mercados nacionales e internacionales y de esta manera contribuir en mejorar la calidad de vida, así mismo representa una opción para diversificación de cultivos en las unidades de producción.

La presente investigación constituye un valioso aporte a la búsqueda de alternativas para mejoramiento del rubro, además para la diversificación productiva y adaptación ante los efectos del cambio climático. Los resultados de la misma se convierten en referencia bibliográfica para estudiantes de las Ciencias Agrícolas.

IV PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según CETREX (2009), en Nicaragua la malanga ha tenido auge en los últimos años y comenzó a ganar mercado desde el año 2000, fue hasta el año 2004 que generó divisas de hasta 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 del producto fueron Estados Unidos, Puerto Rico y República Dominicana.

La producción de malanga ha cobrado gran importancia a nivel nacional y sobre todo en la región Centro Norte del país, siendo Matagalpa y sus municipios donde mayormente ha crecido, existiendo cerca de seis plantas maquiladoras solamente en San Ramón, La Dalia, Matagalpa y Boaco. Generando cantidad de empleos de forma directa (producción, maquilado, etc.) e indirecta (comercialización, transporte, etc.).

De enero a diciembre del año 2013, las exportaciones alcanzaron alrededor de 6 millones de dólares estadounidenses en donde se mantiene el auge generado hace aproximadamente seis años (CETREX, 2013).

En su mayoría los productores de malanga se han dedicado a producir solamente la variedad Lila, ignorando la utilización y comportamiento de otras variedades que perfectamente se podrían cultivar en las condiciones agroecológicas de la región, desconociendo la tolerancia o resistencia que las variedades pueden tener al momento del establecimiento bajo condiciones edafoclimáticas.

En la actualidad solamente se produce la variedad Lila, que ha brindado excelentes resultados, pero es necesaria la implementación de nuevas variedades para mejorar la genética de las plantas, además de obtener opciones de diversificación y producción.

4.1 Pregunta general

¿Cuál es el comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) en las condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista en la comunidad El Tepeyac, del departamento de Matagalpa, durante el primer semestre del año 2015?

4.2 Preguntas específicas de investigación

¿Qué incidencia tienen las condiciones edáficas y climáticas en las características fenotípicas y comportamiento agronómico en ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*)?

¿Cuáles son las características fenotípicas de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) estudiadas en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista?

¿Cuál es el comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista?

¿Cuál es el nivel de tolerancia y resistencia que presentan las variedades de estudio ante el ataque de plagas y enfermedades?

V OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Evaluar las características fenotípicas, el comportamiento agronómico, la tolerancia y resistencia ante ataque de plagas y enfermedades de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) en las condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena vista en la comunidad El Tepeyac, del departamento de Matagalpa, durante el primer semestre del año 2015.

5.2 Objetivos específicos

- Describir las condiciones edáficas y climáticas de la parcela en donde se estableció el estudio de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*).
- Caracterizar fenotípicamente ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) bajo condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.
- Determinar el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.
- Estimar la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades que presentan las variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) evaluadas en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.

VI MARCO TEÓRICO

6.1 La agricultura en Nicaragua

La agricultura desempeña, además de una función clave en términos de seguridad alimentaria, una fuente de ingresos determinantes para grandes sectores de la población rural. En Nicaragua un elemento importante dentro de la agricultura la constituyen las cooperativas agrícolas, las cuales son sociedades formadas por productores o consumidores para vender o comprar utilizando la asociatividad para la defensa de sus intereses comunes (Aráuz, 2013).

La agricultura en Nicaragua forma parte de uno de los principales pilares que sostienen la economía nacional, además de constituir la principal fuente de alimentos desde la zona rural hasta el área urbana, en los últimos años, pequeños productores se organizan para poder obtener financiamiento y acceso al mercado para comercializar sus productos y obtener mayores oportunidades a través del cooperativismo.

El cooperativismo hoy en día ha resultado ser una excelente alternativa para los pequeños productores, a través de la asociatividad logran mejores beneficios, para sí mismos y sus familias.

6.2 Características socioeconómicas del municipio de Matagalpa

Gran parte del territorio del municipio se encuentra en la categoría de uso adecuado, seguido de una sobre utilización del terreno en algunas zonas. Se expresa que gran parte del territorio esta adecuadamente utilizado porque se encuentran cubiertos de cafetales bajo sombra, no así las otras áreas que se destinan a la ganadería extensiva en zonas aptas para sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles. El mayor potencial de uso de suelo en el municipio es el forestal y agrosilvopastoriles MARENA (1999), citado por (Aráuz, 2013).

El municipio de Matagalpa ha sido desde hace varios años un sitio caracterizado por la producción de café, pues esta es hasta hoy en día la principal fuente de ingresos de los productores de la zona, algunos en número más reducido se dedican a la ganadería extensiva esta representa la minoría de los productores debido a que la zona no es la más adecuada para dicha actividad.

En la actualidad se ha visto lo que se conoce como el avance de la frontera agrícola, pues los productores han dedicado gran parte de las tierras a la producción agrícola y pecuaria.

En este sector se identifica que el café es el principal rubro económico del municipio y que genera una gran parte de los ingresos, por su producción y venta, sin embargo, se identifica el financiamiento a tiempo como un problema principal, así como el mal estado de las vías de penetración y la falta de tecnificación a los pequeños productores. En el municipio se identifican 28 beneficios de café ubicados en su mayoría en la vía carretera Matagalpa-Sébaco, en los cuales se le da el tratamiento requerido al café en su periodo inicial (Aráuz, 2013).

Este municipio es considerado uno de los más importantes a nivel nacional por ser uno de los principales productores de café de calidad, el cual es uno de los rubros esenciales de exportación que genera divisas y aporta a la economía del país y que por mucho tiempo ha sido la base sobre la cual se ha ido desarrollando económicamente la nación.

La importancia que tiene la actividad económica del municipio de Matagalpa pues según diversos estudios han demostrado que gran parte de la producción de café nacional se produce en el departamento de Matagalpa, aunque en los últimos años ha sufrido carencias debido a la presencia de diferentes plagas que han causado serios daños en cuanto a rendimiento productivo y por ende ha afectado la economía tanto de los productores como la economía a nivel regional y nacional.

6.3 Actividad socioeconómica de la comunidad El Tepeyac

La Región Central de Nicaragua, donde se ubica la finca del CUR Matagalpa, representa la mitad de la población rural y produce 90% del café del país. Es la región donde más agudamente se presenta la crisis estructural que actualmente azota el sector agropecuario, presenta una estructura productiva poco diversificada: granos básicos, ganadería y café (Marín & Pauwelo, 2001).

La producción básica la constituye el frijol y el maíz, que a la vez constituye la alimentación principal de la población. Estas actividades carecen de asistencia técnica y financiera, no aprovechándose con esto su participación en el mercado Internacional y muy pocas en el mercado nacional, pues lo poco que se produce se utiliza para el consumo familiar.

Los pequeños productores pasan grandes dificultades por la falta de financiamiento en el municipio y aún más en la comunidad, en la protección de las tierras y los bosques, estando pequeños productores establecidos de manera dispersa en todo el Municipio y con pequeñas parcelas, que en la mayoría de los casos les da únicamente para el sustento de la familia, y muy poco para comercializar.

6.4 La Malanga (Colocasia esculenta)

La malanga (Colocasia esculenta), 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 (Enríquez & Mairena, 2011).

La malanga es una planta anual, herbácea suculenta que desarrolla de uno a dos metros de altura, sin tallo aéreo, produce un corno central comestible, grande, esférico cubierto exteriormente por escamas fibrosas o lisas (APAC, 2010).

La malanga ha constituido un elemento esencial en la alimentación de las personas a nivel mundial, en Nicaragua es una alternativa en la dieta diaria tanto en la zona urbana como rural, es un alimento con gran potencial nutritivo por esa razón muchos productores se están dedicando a la producción de este cultivo, además de tener auge en el mercado nacional como internacional.

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 en todo el mundo.

6.4.1 Definición de la malanga

La malanga es una planta herbácea anual y de comportamiento perenne si no se le cosecha. Pertenece a la familia de las aráceas comestibles, las que comprenden los géneros: Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma y Amorphofallus, pero se le conoce como *Xanthosoma sagittifolium*. Morfológicamente es una planta herbácea, suculenta, sin tallos aéreos. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo primario, el cual es más o menos vertical y donde se forman cormos secundarios, laterales y horizontales que son comestibles (Zapata & Velásquez, 2013).

En esta planta los cormelos están recubiertos por escamas fibrosas o pueden ser lisos. El color de la pulpa generalmente es blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al de color marrón oscuro, tiene nudos de donde nacen las yemas. En su base, las hojas forman un pseudo tallo cilíndrico corto; los peciolos son largos y acanalados; la lámina es grande y sagitada; de las axilas de la hoja salen inflorescencias, que tienen forma de espádice, la duración del ciclo de crecimiento es de 270 a 330 días; durante los seis primeros meses se desarrollan cormos y hojas (Zapata & Velásquez, 2013).

6.4.2 Clasificación de la malanga

La Malanga pertenece a la familia de las Araceae, teniendo dos géneros por motivos geográficos: Género Colocasio originario del sureste de Asia, llegando hasta las islas Canarias, para luego introducirse en el continente americano. Género Xanthosoma originario de las Antillas desde antes del descubrimiento del continente americano.

Entre los nombres comunes que recibe en algunos países tenemos: Yautía, Tania (Puerto Rico, Trinidad – Tobago), macal (México), quiscamote (Honduras), Tiquisque (Costa Rica), otó (Panamá), okumo (Venezuela), uncucho (Perú), mangarito, mangareto (Brasil), gualuza (Bolivia), malangay (Colombia), malanga, sango (Ecuador).

En Nicaragua se encuentran dos variedades conocidas como la blanca y lila o morada.

Tabla 1. Clasificación sistemática de la Malanga.

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotyledonia
Orden:	Sphathiflorae
Familia:	Araceae
Género:	Xanthosoma
Especie:	Sagittifolium (L) Schott

Fuente: (Enríquez & Mairena, 2011)

Tabla 2. Clasificación sistemática de la Malanga.

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotyledonia
Orden:	Sphathiflorae
Familia:	Araceae
Género:	Colocasia
Especie:	Esculenta (L) Schott

Fuente: (Enríquez & Mairena, 2011)

6.4.3 Porte

Son plantas herbáceas, suculentas que alcanzan una altura de 1-3 metros, sin tallo aéreo. El tallo central es elipsoidal, conocido como cormo y rico en carbohidratos (18-30% en base fresca). La parte utilizable de la malanga es el tallo subterráneo tuberoso, que tiene entre un 15-39% de carbohidratos, 2-3% de proteína y un 70-77% de agua; tiene un valor nutritivo comparable a las papas y de mayor digestibilidad (Zapata & Velásquez, 2013).

6.4.4 Cormo

Del cormo central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas. Los cormelos tienen una corteza de color marrón oscuro, tiene nudos de donde nacen las yemas. El color de la pulpa por lo general es blanco o amarilla, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo (Zapata & Velásquez, 2013).

6.4.5 Hojas

Son por lo general de forma peltada. Se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto. Las hojas nuevas salen enrolladas de los peciolos de las ya formadas y las laterales más viejas se marchitan y secan, en los primeros seis meses el área foliar se incrementa rápidamente, para luego mantenerse estable mientras aumenta el peso de los órganos subterráneos (Zapata & Velásquez, 2013).

6.4.6 Inflorescencia

Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolos de las hojas. Se forma a partir de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice (Son estructuras características de las aráceas), del eje de éste último se inserta las flores sésiles. En la parte inferior lleva flores pistiladas las cuales no se desarrollan, se secan y desprenden (González, 2011).

6.5 Botánica de la malanga

6.5.1 Morfología de la Malanga

Son plantas herbáceas suculentas que alcanzan alturas de 1 – 3 metros, sin tallo aéreo, el tallo central es elipsoidal, subterráneo conocido como cormo rico en carbohidratos(18-30% en base fresca y 65 a 80% en base seca), las raíces son múltiples distribuidas uniformemente alrededor del tallo subterráneo, suaves, suculentas con unos 0.80 a 1.20 metros de largo y un grosor de 3 a 5 mm de diámetro, el tallo es céntrico elipsoidal subterráneo conocido como cormo, el cual es el producto de interés comercial, las hojas son por lo general de forma peltada aparecen enrolladas por la base formando un pseudo tallo corto (INC, 2004).

6.5.2 Fisiología de la malanga

La malanga (*Colocasia esculenta*) presenta presenta bulbos subterráneos ricos en almidón, estolones alargados, con nudos producidos cerca de la superficie, extendiéndose horizontalmente (Solano, de la Cruz, 2010).

Hojas verdes del peciolo, a menudo púrpura apical, tejido foliar esponjoso y lleno de espacios de aire, la hoja verde a verde oscuro, verde azul o glauco en la superficie adaxial, usualmente con una mancha roja o púrpura cerca al peciolo, peltadas de 2.5 X 7 cm; venas laterales primarias, venas paralelas secundarias, ápice mucronado (Solano, de la Cruz, 2010).

Flores de color verde guisante, flores pistiladas, intercalados con pistillones blanco; un ovario locular, ovulos 36 a 67; flores estériles blanco o amarillo pálido, las flores estaminadas y naranja pálido punta estéril y estambres connados.

6.6 Época de siembra

El periodo tradicional para la siembra de malanga es a inicio del invierno. Aunque algunos productores disponen de riego y establecen sus plantaciones en verano para lograr mejores precios. Para un mejor desarrollo del cultivo es necesario periodos de 11 a 12 horas luz, la luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos así como la altura de la planta (Cano, 2011).

Tradicionalmente en Nicaragua la malanga se cultiva solamente en periodo de invierno, principalmente porque en este momento se presentan las condiciones para su crecimiento y desarrollo ya que este cultivo es muy exigente en agua y luz solar, y los costos de producción se reducen al máximo y que no es necesario emplear un sistema de riego, para satisfacer las necesidades de agua del cultivo.

El establecimiento de este cultivo podría llevarse a cabo en periodo de verano, poniendo en práctica un sistema de riego, los beneficios de establecerlos en este periodo son los precios ya que normalmente en verano se incrementan los precios en los mercados. Una de las principales limitantes para establecer este cultivo en verano son la falta de recursos, la mayoría son pequeños productores que no cuentan con los recursos monetarios suficientes para establecer un sistema de riego, para crecer competitivamente en los mercados.

6.6.1 Preparación de suelos

Se debe de preparar el suelo unos 20 a 25 días antes de la siembra, si se utiliza arado, roturar el suelo preferiblemente de ser posible de 25 a 30 cm de profundidad, esto con el objetivo de brindarle una buena cama de suelo en la malanga (Zeledón, 2010).

La preparación temprana del suelo trae muchos beneficios al momento de establecer el cultivo, porque con la labranza del terreno algunas plagas del suelo quedan expuestas a la radiación de la luz solar, se reduce la población de hongos del suelo por la acción de los rayos del sol, las plagas como la babosa, cien pies, caracoles, gallina ciega quedan expuestas a las aves, se mejora la aireación del suelo, la tierra suelta facilitará el desarrollo del cormo.

La mayoría de productores son de escasos recursos, no tienen grandes cantidades de terreno, y no realizan preparación temprana del suelo, establecen el cultivo en lugares donde se forman zanjonés o charcas con la entrada del invierno, realizan siembra directa sin utilizar labranza mínima, por las condiciones del terreno que seleccionan para la siembra.

6.6.2 Semilla

Tradicionalmente el sistema de multiplicación utilizado por los productores es por material vegetativo, usando trozos del cormo o cormelos principal o central. La Universidad Nacional Agraria con productores del municipio del Tuma – La Dalia en el departamento de Matagalpa han desarrollado un método más eficiente con la extracción de yemas axilares, para luego establecer semilleros, este método ha sido el más efectivo. Otro sistema de multiplicación más sofisticado es la producción in vitro, la cual es limitada para los productores debido a su alto costo (Zeledón, 2010).

La Malanga se propaga de forma asexual, la semilla o propágulo, se refiere al material vegetal que se utiliza para sembrar la malanga; en este caso pueden utilizarse dos partes de la planta, los cormos (camotes) o las plántulas nuevas (hijuelos), dependiendo de la disponibilidad de los materiales (González, 2011)

Hay diversos tipos de multiplicación de la malanga, anteriormente la única técnica que se utilizaba era la propagación por trozos de cormo, pero con la tecnología y el avance de la ciencia se han descubierto nuevas maneras de multiplicación, más eficientes como la extracción de yemas axilares, la multiplicación in vitro, de difícil acceso para los pequeños productores debido a los altos costos.

Los productores utilizan la multiplicación de la malanga como primera opción utilizando trozos del cormo, en el cual ya estén bien definidas, las raíces principales para garantizar que el cultivo se pueda adaptar en el terreno y evitar la podrición del material genético, este sigue siendo el método más rentable para los productores campesinos, esto cuando se tiene el material disponible, en algunas regiones del país es verdaderamente un problema conseguir material vegetativo de malanga, aunque los terrenos presenten condiciones adecuadas, aun no toma un gran auge en la adopción de este cultivo.

6.6.3 Siembra

Se recomienda desinfectar la semilla o hijos de malanga antes de la siembra. Con el objeto de sembrar un material libre de patógenos (plaga o enfermedad) que pueda provocar daños al cultivo (Zeledón, 2010).

La desinfección del material de semilla es algo muy importante ya que esto permitirá obtener mejores resultados en cuanto a germinación y desarrollo de las plantas, además de que estas serán más vigorosas y sanas.

Cuando se establece un cultivo el cual ha sido previamente desinfectado asegura que las plantas puedan resistir daños que puedan ser ocasionados por diferentes patógenos, el buen crecimiento y desarrollo de un cultivo asegura un buen rendimiento en periodo de cosecha.

6.6.4 Densidad de siembra

La densidad de siembra se refiere a la población de plantas sembradas por hectárea; en este caso, para malanga coco la densidad de siembra varía en función del sistema de producción que se utilice y la distancia definida entre las plantas; por ejemplo, para sistemas de siembra en surcos sencillos distanciados a 80 cm, y con una distancia entre plantas de 50 cm, la densidad de siembra es de 25 mil plantas por hectárea; este sistema de producción facilita el acceso de maquinaria, sobre todo para el aporque y el control de malezas. La distancia entre plantas no debe ser menor a 30 cm, ya que esto limita el desarrollo del cormo y de la planta misma (González, 2011).

La densidad de siembra es un aspecto muy importante que se debe de tomar en cuenta en el establecimiento del cultivo de malanga, las distancias de siembra entre planta debe ser de 50 cm, y entre surcos debe de ser de 80 cm, esto hace que se facilite la realización de las diferentes prácticas agrícolas en la parcela como el manejo de plagas y enfermedades, fertilización, manejo de malezas, aporque y otras, además de que facilita el desarrollo de las plantas y evita la competitividad de las mismas.

En la zona de estudio los productores utilizan distancias que oscilan entre 60 cm entre plantas y 1 metro entre surcos, permitiéndoles tener mayor facilidad al momento de llevar a cabo el manejo del cultivo y poder tener mejores rendimientos.

6.7 Manejo del cultivo de malanga

Dentro de las labores culturales de importancia están una buena preparación de suelos, siembra vegetativa de 7-12 cm. de profundidad, fertilización, riego, tres aporcos y control de enfermedades. Por lo general se inicia la siembra con el invierno y se cosecha de 9-12 meses cuando los tallos de la planta comienzan a ponerse amarillos. El riego más adecuado es por gravedad y se busca que tenga

una pendiente del 2%. El viento es un factor importante a considerar ya que es un cultivo susceptible al mismo (Mancero & Cifuentes, 2009).

La realización de todas estas buenas prácticas agrícolas brinda que nuestro cultivo se mantenga sano y pueda sobreponerse a las condiciones del medio, así como poder resistir el ataque de plagas y enfermedades que puedan afectar el buen desarrollo del mismo y reducir el volumen de cosecha.

Por instinto los productores siempre han establecido el cultivo en terrenos bajos, en hondonadas, zanjonés, etc. confiando en que el curso del agua llegara hasta el cultivo para estar disponible un mayor grado de humedad después de pasado el invierno, se recomienda establecer este cultivo en punto donde no haya tanta presencia de sombra, ya que es exigente en luz solar, pero lo más indicado es establecer barreras rompe vientos puesto que el viento puede causar muchos daños en el área foliar de la planta por la pérdida de agua.

6.7.1 Escarda y Aporque

Estas actividades se efectúan un mes después de la siembra, cuando la planta presenta cuatro hojas desarrolladas. Con el paso de la cultivadora en el tractor se marcan los surcos. Con el aporque se favorece el desarrollo del camote. Con estas tareas también se controla la maleza emergida, ya que por el tipo de riego que se aplica se favorece la emergencia de mucha hierba de hoja ancha y zacate; no es conveniente utilizar herbicidas por que la malanga es muy sensible a estos (González, 2011).

El aporque es una actividad que proporciona un mayor desarrollo del cormo, además de que sirve para manejar las malezas que emergen después de varios días de establecido el cultivo, no se recomienda el uso de herbicidas porque el cultivo de malanga son plantas sensibles a estos y podría dañarlas y por ende disminuir la población y afectar los rendimientos productivos.

En el municipio de Matagalpa los productores utilizan siempre el aporque como una práctica esencial para el manejo de malezas en todo tipo de cultivo, y porque conocen de los beneficios que conlleva el realizarla en la parcela así mismo de los problemas que se presentaría en caso de no tomarla en cuenta.

6.7.2 Manejo de sombras

Las sombras proporcionan homogeneidad ambiental a las plantas, amortigua la incidencia directa de los rayos solares, disminuye la temperatura del sustrato, acelera la brotación de las hojas y mejora el aprovechamiento del agua de riego (Reyes & Aguilar, 2005).

El manejo de sombras es esencial para el desarrollo del cultivo sobre todo en las primeras etapas fenológicas del cultivo, es recomendable garantizar un 50% de sombra al cultivo en sus primeras etapas para que pueda presentar un buen desarrollo foliar, una buena brotación de hojas, y sobre todo garantizar el mejor aprovechamiento de agua disponible en el suelo.

Si bien es cierto el manejo de sombras es esencial para garantizar un buen desarrollo del cultivo, sin embargo se debe hacer raleo de sombra hasta garantizar un 30% a 25% de sombra bien distribuida en toda la parcela, para evitar la incidencia de radiación solar directa al suelo y reducir la pérdida excesiva de agua por evaporación debido a la acción de los rayos solares, como se mencionaba anteriormente es importante establecer barreras rompe vientos para evitar daños al cultivo y pérdidas por acame.

6.7.3 Manejo de malezas

El cultivo de la malanga es afectado por la presencia de las malezas, especialmente durante los 5 primeros meses, disminuyendo significativamente los rendimientos hasta en un 60% al momento de la cosecha y se retarda demasiado la formación y el desarrollo de los cormos (Martínez & Muñozcano, 2013).

En la zona de Santo Domingo de los Colorados (Ecuador), con precipitaciones superiores de los 2000 mm. Anuales, el desarrollo de las malezas en el cultivo de la malanga es muy significativo, siendo las principales: el bledo (*Amaranthus spp.*), coquito (*Cyperus spp.*) (Martínez & Muñozcano, 2013).

Las malezas son el principal problema de los bajos rendimientos en el cultivo, es por esta razón que se debe tener especial cuidado durante los primeros 3 meses del cultivo, ya que es en este periodo que la planta se encuentra en crecimiento, a partir de los tres meses en adelante la planta está cerrando calle y el ataque de malezas disminuye considerablemente (INC, 2004).

Todo cultivo tiene su periodo crítico con respecto a la incidencia de malezas, en gran parte el periodo crítico, está en dependencia de su fenología, en el caso del cultivo de malanga dicho periodo es en los primeros cinco meses del desarrollo, las principales afectaciones son crecimiento tardío, el desarrollo de los cormelos es lento y con frecuencia quedan reducidos sin lograr el desarrollo máximo por la competencia con las malezas de nutrientes, espacio y agua.

Normalmente los productores del campo acostumbran realizar dos limpiezas una vez que el cultivo ya está establecido en campo, lo recomendado sería realizar cuatro limpiezas de los callejones en los primeros cinco meses para garantizar un buen crecimiento del cultivo, recordemos que el descubrimiento excesivo de los suelos puede ser un factor negativo puesto que los suelos están muy expuestos a la acción del viento pudiendo provocar erosión laminar, también las malezas ayudan a la retención de humedad, regulan el exceso de humedad y en un periodo determinado incide positivamente al cultivo para crear un poco de competencia en su desarrollo.

Los suelos para la siembra deben ser preparados lo mejor posible con arado de doble vertedera y tracción animal en función del control de malezas, estas labores deben ser ligeras, suelos pesados y con mal drenaje probablemente son los factores

que más afectan la incidencia de la enfermedad conocida como el mal seco y el desarrollo de la planta (Elizondo, Silva, 2011).

Durante los primeros 60 días el manejo de malezas se debe realizar de forma manual (dependiendo de las malezas que tenga el lote), luego se debe aplicar herbicidas como Basta o Glifosato como post-emergente (Sólo en casos fortuitos) 1 Litro por manzana aplicándolo dirigido a las malezas con pantallas protectoras en las boquillas (INC, 2004).

6.8 Manejo de plagas

La malanga es un cultivo rústico, pero a pesar de esto y el interés de tecnificar el cultivo, no se deben de tomar el ataque de plagas muy inadvertido. Las plagas que atacan el cultivo y las más peligrosas son las del suelo ya que pueden llegar a causar pérdidas muy cuantificables en el cultivo. Entre las principales plagas de interés económico tenemos: Gallina Ciega: (*Phylophaga* spp), Gusano Alambre: (*Aeolus* spp), Termitas: (*Reticulitermes lucifugus*) (INC, 2004).

Las plagas del suelo son la más peligrosa ya que afectan al cultivo desde la primera etapa de vida atacando principalmente el sistema radicular, es el medio por el cual la planta extrae los diferentes nutrientes para crecer y desarrollarse.

Es por eso que es necesario realizar un buen manejo al cultivo, iniciando antes de la siembra, y continuar con el debido manejo una vez que se encuentre establecido el cultivo también es importante seguir haciéndolo después de la cosecha para evitar incidencia de plagas en las plantaciones futuras.

Antes de la plantación se deben realizar muestreos al suelo para detectar la presencia de nematodos u otros organismos nocivos que puedan afectar el desarrollo futuro del cultivo (Elizondo, Silva, 2011).

Los muestreos son importantes porque permite identificar si existe o no presencia de algún organismo que pueda afectar nuestro cultivo, además alerta para saber qué medida se debe aplicar antes de la siembra del material.

Es de gran importancia realizar muestreos de suelo antes de establecer un cultivo, para tener certeza de que el cultivo no será afectado en gran medida por la presencia de organismos en el suelo y también tener la visión de que la presencia de organismos no provocará grandes pérdidas dentro del umbral económico del cultivo.

6.8.1 Gallina ciega (*Phyllophaga* ssp)

Esta plaga causa daño al material que se planta para establecer el cultivo (Hijos o cormelos) y otras atacan las raíces, generalmente, esta plaga se presenta en focos. Pertenece al orden Coleóptera, Familia Melolonthidae, son insectos que se alimentan de las raíces de diversas plantas, entre ellas el cultivo de la malanga (INC, 2004).

6.8.2 Manejo de Gallina ciega (*Phyllophaga* ssp)

Preparar bien el suelo 15 ó 30 días antes de la siembra es una medida para eliminar los huevos, larvas y pupas. Estos son maltratados y expuestos al sol. Se mueren por deshidratación y son devorados por otros animales como (gallinas, pájaros, sapos).

- Recolectar y destruir manualmente los adultos que salen del suelo.
- Eliminar malezas, zacates y plantas hospederas que pueden servir de refugio a la plaga.
- Desinfección de los hijos con insecticidas (INC, 2004).

6.8.3 Gusano de alambre (*Aeolus* ssp)

Las larvas son muy típicas, de color dorado y anillos muy marcados. Estas larvas, al igual que los Gusanos blancos, viven bajo tierra, alimentándose de raíces,

tubérculos y bulbos, los daños más importantes los producen en verano, roen raíces de todo tipo de plantas arbóreas, arbustivas y herbáceas; hacen galerías en tubérculos y semillas, en bulbos (los gladiolos son muy atacados), en las plantas de huerta, los daños son más cualitativos, si bien, no son nada despreciables; salvo crucíferas (col, coliflor, repollos, etc.), habas y guisantes, en césped son mucho menos abundantes que Rosquillas y Gusanos blancos. Se delatan porque aparecen en el césped manchas de hierba marchita, amarillenta o marrón (INC, 2004).

6.8.4 Manejo de Gusano de alambre (*Aeolus ssp*)

La desinfección del suelo, es una buena práctica para iniciar con el manejo de plaga. Los huevos son muy sensibles al calor y a la sequía. Cualquier labor que los deje al descubierto puede causar muchas bajas, por lo que se aconseja dar dos pases de cultivador en verano (meses de junio y julio). Se controlan cuando la población es elevada mediante tratamientos insecticidas al suelo (Confidor). Es posible que se requieran dos o más aplicaciones para garantizar un control (INC, 2004).

6.8.5 Termitas (*Reticulitermes lucifugus*)

Las termitas son insectos sociales que se alimentan de la celulosa de la gran mayoría de las especies de madera, en distintas formas: madera, aglomerados, papel, cartón, tejidos, etc. Las termitas son muy destructivas, llegando a consumir toda la carpintería de una casa en pocos meses, siendo especialmente peligroso el ataque a los elementos estructurales (vigas de techos, tejados, etc.) pudiendo provocar incluso el hundimiento del edificio, la especie de termita que habita en la Península es subterránea, construyen los termiteros bajo tierra, saliendo a través de túneles para buscar la celulosa de que se alimentan, principalmente en forma de madera (INC, 2004).

6.8.6 Manejo de Termitas (*Reticulitermes lucifugus*)

Para un buen manejo de esta plaga se recomienda realizar desinfección de los cormelos, y realizar varias aplicaciones de productos al suelo (Confidor) (INC, 2004).

6.9 Manejo de enfermedades

Las enfermedades más comunes que se presentan son: *Cercospora* sp., *Punctellina solteroi* y *Sclerotinia rolfsii*. El hongo del genero *Phythium* es frecuente encontrarlo como parásito de este cultivo en los trópicos, también se presenta bacteriosis (*Xantomonas* sp.) atacando al follaje de las hojas (amarillamiento), por lo que se considera adecuado aplicar un producto bactericida por lo menos una vez, de acuerdo a las necesidades del cultivo (INC, 2004).

Como todo cultivo la malanga también es susceptible a enfermedades y plagas propias al cultivo, para mantener el cultivo sano es necesario prestar mucha atención a signos y síntomas que las plantas puedan manifestar, de esta manera habrá una intervención apropiada para evitar pérdidas grandes en la parcela y en la producción.

Para evitar que el cultivo se vea afectado por plagas y enfermedades lo que se debe garantizar es una buena preparación del terreno, poner en prácticas los (MIM) y (MIP), realizar una desinfección previa con encalamiento al suelo para reducir la presencia de hongos y con ello la incidencia de los mismos, con estas medidas preventivas podemos lograr tener una parcela sana y explotar al máximo su capacidad de producción.

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. Se reportan en aráceas la presencia del virus del dasheen (DsMV siglas en inglés) cuyo efecto principal 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 (Enríquez & Mairena, 2011).

Cuando no se realiza un manejo apropiado de desinfección al nuevo material vegetativo que se utilizará para renovar la parcela se corre el riesgo de que las enfermedades que se presentaron en la planta madre se manifiesten en las nuevas áreas de producción y con ello el riesgo de pérdidas cuantificables de producción.

Actualmente existen centros de reproducción y propagación para el cultivo de la malanga en la cual se realiza un excelente manejo de desinfección y ofrecen al mercado de este rubro un material reproductivo de buena calidad libre de inocuos, que garanticen los niveles de producción en las áreas productivas donde se establezca la nueva generación de siembra.

Durante el desarrollo del cultivo también se presenta la pudrición seca causada por hongos que atacan tallos y raíces, pudrición blanda por bacteria la cual afecta al follaje de las plantas y el cormo, en las hojas la mancha bacteriana causada por *Xanthomonas* sp., el virus del mosaico de la malanga (DsMV) y áfidos (*Aphis* spp.) nematodos en raíces y cormos y el acaro también en cormos (Elizondo, Silva, 2011).

A medida que el cultivo se va desarrollando y las lluvias de la temporada de invierno se van volviendo más copiosas es el momento óptimo para los agentes patógenos del suelo de hacer incidencia en los cultivos establecidos, este problema es bastante común cuando no se realizan medidas preventivas para establecer el material vegetativo en campo.

La mayoría de los productores sufren problemas porque no cuentan con los recursos monetarios suficientes para asumir los costos de producción de los cultivos, la falta de financiamiento es otra realidad que azota a la mayoría del sector agrícola, esto no permite que los productores brinden el manejo apropiado a los

cultivos desde la preparación del suelo, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, y cosecha del mismo.

En Nicaragua se reporta la presencia del hongo *Phytophthora*, que ocasiona una enfermedad fungosa, la presencia del patógeno en el material de siembra impide la obtención de rendimientos óptimos y con calidad (Enríquez & Mairena, 2011).

En algunas ocasiones es inevitable que los pequeños productores reutilicen el mismo material vegetativo una y otra vez con el objeto de no perder la semilla y seguir produciendo, aunque son conscientes que cada vez los rendimientos son más bajos, el cultivo es menos tolerante y más susceptible a las enfermedades.

Actualmente en Nicaragua existen centros de reproducción de malanga y quequisque con métodos modernos y efectivos para sacar al mercado plantas libres de patógenos con alta capacidad de rendimientos productivos, el verdadero problema es que no existe la facilidad de hacer llegar el producto a los productores, hacen falta más centros distribuidos por toda la región central, mas capacitaciones técnicas y estrategias para hacer llegar el material a los compradores y productores interesados.

Las principales enfermedades que se reportan en quequisque y malanga son el virus del mosaico de dasheen (DsMV) y el mal seco, destructivo complejo hongos bacterias del suelo (Reyes & Aguilar, 2005).

Normalmente en todos los suelos están presentes todo un complejo de hongos como el fusarium, phytium, rysothocnia, y cuando la población en los suelos es elevada y causa lo que se conoce como umbral económico suele ser devastador para cualquier cultivo y más aún, si este complejo de hongos está en asocio con los nematodos cuya función principal es afectar el sistema radicular de las plantas y es donde resulta imposible salvar toda el área productiva.

Como se ha mencionado anteriormente estos problemas pueden evitarse con un buen plan de manejo de los cultivos, realizar medidas preventivas de desinfección del suelo aplicando fungicidas, bactericidas y nematocidas que reduzcan al mínimo el umbral poblacional de estos agentes patógenos, para garantizar que en el transcurso del desarrollo del cultivo no se vea afectado masivamente.

El mal seco es considerado como el principal obstáculo de la producción de quequisque y malanga a nivel mundial, todavía no están claramente definidos los agentes causantes, pero las pérdidas frecuentemente son totales, en Nueva Guinea algunos productores llaman a esta enfermedad “la chamusca” por el aspecto de la parte foliar de la planta, una vez que se presentan los síntomas, aunque el daño principal ocurre en las raíces, las que se secan y pudren lo que da el nombre a la enfermedad (Reyes & Aguilar, 2005).

Evidentemente esta enfermedad es una limitante para cualquier productor que conozca de ella y tenga conocimiento de lo devastador que suele ser para cualquier cultivo, sin embargo, la incidencia de esta enfermedad se da porque los suelos están infestados de agentes causales de dicha enfermedad, por la falta de manejos preventivos al suelo, al establecimiento del cultivo, es un factor determinante para el éxito en la explotación de cualquier cultivo.

La malanga es un cultivo exigente en agua y luz solar, teniendo en cuenta esto existen suelos que presentan problemas de anegamiento poco fértiles, a los cuales, se les debe hacer una mejora para garantizar las condiciones óptimas para el cultivo, el exceso de humedad proporciona las condiciones óptimas para la multiplicación de hongos presente en los suelos, nematodos y otros agentes causales de enfermedades que asociados en el mismo espacio las pérdidas suelen ser devastadoras.

Para evitar la presencia de enfermedades en el cultivo es se debe utilizar en primera instancia semilla libre de patógenos, la desinfección de los hijos con fungicidas y bactericidas como carbendazim y cobre pentidratado ayuda a la protección de estas enfermedades en el cultivo (INC, 2004).

Es muy importante realizar métodos de asepsia en todo material vegetativo a utilizar, la desinfección del material genético garantiza que en el cultivo no se presente la incidencia de las enfermedades que se pudieron haber presentado en la planta madre, también reduce la propagación de patógenos en los suelos.

Los métodos de asepsia es algo que no se implementa frecuentemente en todos los niveles de producción agrícola, lo que amenaza frecuentemente a todos los productores de sufrir pérdidas considerables en sus cultivos, la falta de un plan preventivo antes de la siembra, además del manejo fitosanitario y un manejo integrado de plagas y enfermedades suelen ser el fracaso para la explotación de cualquier cultivo.

6.10 Riego

El tipo de riego para la malanga puede ser por inundación o por goteo, se debe considerar el número de jornales utilizado en cada uno de ellos. En la época seca, la aplicación del riego por inundación debe realizarse cada ocho días; en tanto que cada tres días por periodo de ocho horas cuando fue por goteo. La planta es altamente demandante de agua durante todo su ciclo (González, 2011)

En la zona de estudio los productores acostumbran establecer el cultivo de malanga en areas charcosas por lo que consideran no aplicar riego en algunos meses donde el periodo de lluvia a comenzado, mientras que en periodo de verano los productores aplican riego con mangueras por un periodo de ocho horas, cada cinco días.

6.11 Requerimientos nutricionales

Se recomienda realizar tres aplicaciones de fertilizantes distribuidas en los primeros 150 días de establecido el cultivo, con las fórmulas: 12-30-10, 0-0-60 y Urea 46%. A los 60 días de haber establecido el cultivo se deberá poner 1 quintal de urea 46% más 1 quintal de 12-30-10 por manzana, a los 90 días se deberá poner 1 quintal de Urea 46%, a los 150 días deberá poner 1 quintal de 0-0-60 (Muriato de potasio). Se deberá tener como parámetro el desarrollo que tenga el cultivo para tomar la decisión de fertilizar o no, en estos momentos, o de realizar una aplicación más para complementar las anteriores (INC, 2004).

Para que el plantío se encuentre bien nutrido, vigoroso y se garantice una buena producción a la cosecha, es necesario conocer cada una de las etapas de desarrollo del cultivo y sus requerimientos nutricionales en dichas etapas, con un buen conocimiento y un plan de fertilización adecuado se puede garantizar el éxito en la producción del cultivo.

En algunas parcelas productivas la falta de recursos económico es el factor principal que impide que se lleve a cabo un buen plan de fertilización, la realidad es que algunos productores solamente realizan aplicación de urea al 46%, y lo efectúan una sola vez, esperando que este cubra las necesidades de la planta en todas las etapas del cultivo, en otras ocasiones no efectúan ninguna aplicación esperando que el cultivo se desarrolle únicamente con los nutrientes presentes en el suelo.

6.12 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de malanga

6.12.1 Clima

El cultivo de la malanga requiere de un clima cálido húmedo; es decir, climas tropicales monzónicos o climas mesotérmicos, con temperaturas que fluctúan entre 20 y 30° C, con buena luminosidad. No tolera bajas temperaturas (Zapata & Velásquez, 2013).

La malanga por ser un cultivo originario de climas tropicales necesita de grandes precipitaciones de agua para poder tener un buen desarrollo, necesita de una temperatura media, y no tolera las bajas temperaturas; Nicaragua es un país meramente tropical apto para el establecimiento y explotación del cultivo en casi todo el territorio nacional.

Las temperaturas medias máximas son de 27.7C, las medias de 23.2 y las medias mínimas de 19.3C. Las precipitaciones medias están en el orden de los 1619mm/año. La evaporación media es de 90.2mm. El brillo solar medio es de 5.6 h/dec. La dirección predominante de los vientos en todos los meses del año es hacia el norte y su velocidad media es 2.9 m/seg. La humedad relativa media es de 80.6% (INETER, 2014)

6.12.2 Altitudes

La malanga es una planta tropical, por lo tanto se cultiva bien en altitudes bajas y medianas hasta los 1500 msnm. Los cultivos deben tener una humedad relativa del ambiente del 70 al 80% (Zapata & Velásquez, 2013).

Nicaragua parece ser el escenario perfecto para establecer el cultivo de la malanga, ya que, es un país de relieve quebradizo, lo que indica que a lo largo y ancho del país se pueden encontrar las condiciones óptimas para el cultivo.

6.12.3 Precipitación

Requiere de regímenes de lluvias altas (1500 – 2500 mm) y bien distribuidas; cuando existe insuficiente humedad en el suelo, las hojas se tornan amarillentas y se marchitan (Zapata & Velásquez, 2013).

Los requerimientos de grandes cantidades de agua probablemente se deba a que la malanga es una planta suculenta, es decir, que aproximadamente un 60 – 70% de la planta está compuesta de agua, si agregamos el hecho de que es una planta tropical adaptada a grandes cantidades de precipitación y humedad relativa del ambiente.

6.12.4 Temperatura

Debe de haber temperaturas promedio no inferiores a los 20° C, siendo la óptima entre los 25 a 30° C. Las temperaturas inferiores a los 18° C detienen el crecimiento e interrumpen la fotosíntesis (Zapata & Velasquez, 2013).

Las temperaturas en toda la región central del país están en el rango de los 20-40° C. lo que nos indica que en gran parte del país se puede adoptar este cultivo como una opción más para diversificar las fincas y toda área que pueda ser explotable de forma agrícola.

Las temperaturas medias máximas registradas en el municipio del Tepeyac son de 27.7°C, las medias de 23.2°C y las medias mínimas de 19.3°C. Puede indicar que presta las condiciones apropiadas de temperatura para que el cultivo se desarrolle sin ningún inconveniente.

6.12.5 Fotoperíodo

El mejor desarrollo se alcanza con períodos de 11 a 12 horas luz. La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como en la altura de la planta (COVERCA, 2012).

La planta probablemente podría lograr buenos resultados con rangos de fotoperiodos más cortos de 8-10 horas luz, sin perturbar su desarrollo foliar, ni el desarrollo del cormo, pero los estudios indican que tiene su mejor comportamiento con fotoperiodos que van desde las 11-12 horas luz, este rango de tiempo de horas

luz incide directamente en la morfología y botánica de la planta, como son; el número de hojas, altura de la planta, número y desarrollo del cormo, además del número de hijos.

6.12.6 Suelos

Las plantas de malanga se adaptan más a aquellos suelos profundos fértiles, con suficiente materia orgánica, y bien drenados. Deben evitarse suelos con altos contenidos de arcilla o arena. El pH óptimo debe ser entre 5.5 – 6.5, aunque pueden adaptarse a espectros de 4.5-7.5. El cultivo muestra problemas en suelos arenosos a pesados, así como en suelos rocosos y pedregosos (Zapata & Velásquez, 2013).

Este cultivo muestra su mejor comportamiento en suelos fértiles, que contengan gran cantidad de materia orgánica, suelos fértiles con buen drenaje y que sean sueltos que faciliten el desarrollo del cormo, los suelos arenosos, pedregosos y rocosos no son aptos para este cultivo puesto que el cormo es frágil y la compactación de los suelos no permitiría el desarrollo del cormo.

También puede desarrollarse en terrenos húmedos en las vegas de los ríos, lagunas, orillas de drenes y canales de riego donde no se desarrollan otros cultivos (COVERCA, 2012).

6.12.6.1 Textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades (FAO, 2007).

Ciertamente la composición del suelo es un factor importante para que los cultivos presenten un buen desarrollo en cada una de las etapas de crecimiento del cultivo, un suelo que contenga arena, limo y arcilla en buenas cantidades suelen ser fértiles y aptos para la agricultura por su capacidad de retención de agua, aireación, así como su capacidad de intercambio catiónico, además de mantener la humedad relativa y temperatura.

Presentan una textura franco-arcilloso-arenoso, es ligeramente ácido (pH: 6-6,4), es profundo (40 cm), la pedregosidad no es importante (menos de 5%). El drenaje es moderado, las pendientes alcanzan los 30%. El intercambio catiónico es alto (36-41 meq/100g de suelo), los contenidos en macro y micronutrientes son altos, sólo falta fósforo. La materia orgánica (MO), es alta. Todas estas características indican un buen suelo, apropiado a cultivos, con una buena fertilidad.

6.12.6.2 Estructura del suelo

La estructura del suelo se refiere a la agregación de las partículas del suelo más finas en fragmentos o unidades más grandes. Una mezcla de suelo bien estructurado contiene en volumen aproximadamente 50 por ciento de material sólido y 25 por ciento de aire y agua respectivamente (IFA - FAO, 2009).

Las partículas texturales del suelo como arena, limo y arcilla se asocian para formar agregados a unidades de mayor tamaño nombrados por peds. La estructura del suelo afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión (FAO, 2007).

A pesar de que en algunas ocasiones el suelo no cumple con todos los requisitos para ser un suelo perfecto, las plantas tienen la capacidad de adaptarse a suelos pobres, aquellos suelos con poca cantidad de materia orgánica, arena, arcilla e incluso que no cumplen con el rango de estructura del 50% de material sólido, 25% de agua y 25% de aire respectivamente, no es un indicativo para descartar un suelo,

estos se pueden mejorar practicando enmiendas u obras de conservación de suelos y agua (OCSA).

El terreno donde está establecida la parcela muestra todas las condiciones necesarias para el desarrollo del cultivo, ya que la pedregosidad no es significativa menos del 5% en toda la finca, lo que no perjudica los desarrollos de los cormos y facilita todo el manejo que debe realizarse para la preparación del suelo y el establecimiento del material genético.

6.12.6.3 PER (Profundidad efectiva del suelo)

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en el que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, con vistas a conseguir el agua y los nutrimentos indispensables. Tal información resulta ser de suma importancia para el crecimiento de las plantas. La mayoría de las últimas pueden penetrar más de un metro, si las condiciones del suelo lo permiten (FAO, 2007).

La profundidad de 0.60 m, es la mínima recomendable con vistas a la producción comercial de especies, tales como los cítricos. Esta determinación se puede hacer abriendo un perfil de al menos un metro de profundidad o haciendo uso de una barrena o sonda de suelos (FAO, 2007).

Los suelos cambian su textura cada 10 metros lineales, sin embargo hay suelos en los que predominan una sola textura inclusive en grandes extensiones de terreno, donde la profundidad efectiva de raíces es casi uniforme, teniendo en cuenta el factor de que cada 10 metros el suelo cambia su textura, estructura y con ello su PER nos encontraremos con la dificultad de decidir que cultivo se debe establecer, son por estas razones que la diversificación de los cultivos es una opción a tomar en cuenta.

La malanga es un cultivo que dependiendo de la variedad y las condiciones del suelo el corno puede sobrepasar los 0.40 metros de profundidad, aunque normalmente no sobre pasa los primeros 0.20 metros de profundidad.

6.12.6.4 Infiltración Básica

La infiltración es un parámetro básico en suelos que determina los tiempos de aplicación de las láminas de riego. A partir del mismo se calcula la velocidad de penetración del agua en concordancia con la humedad presente en el suelo y con las características físicas del mismo, permitiendo además ubicar texturalmente a los suelos (Ascasubi, 2014).

La infiltración básica es como una guía que permitirá catalogar los suelos por su textura, su capacidad de retención de agua y la humedad, también permite determinar el tiempo que se debe aplicar riego para que se formen las láminas de agua que estará disponible para el cultivo.

En la mayoría de fincas que se dedican a la agricultura aun no adoptan la tecnología del riego para los cultivos, en ocasiones por problemas económicos y en otros casos porque simplemente la topografía del terreno no lo permite, o un problema real que azota a gran parte del país, es la escases de fuentes de agua que debido al avance de la frontera agrícola, el calentamiento global y la falta de conciencia de los seres humanos se están perdiendo con un ritmo acelerado. Sin embargo por los factores antes mencionados los suelos han venido perdiendo todas sus capacidades físicas y biológicas.

6.12.6.7 Capacidad de campo (C.C)

Cuando un campo se encuentra encharcado, el espacio de aire en el suelo se desplaza por el agua, a esto se denomina capacidad de campo, también es conocido como límite máximo, es el contenido de agua presente en un suelo luego de drenar libremente durante los 2 o 3 días posteriores a una lluvia o riego intenso (UNC, 2012).

Algunos suelos tienen la capacidad de conservar humedad por periodos de más de tres días de haber pasado un buen aguacero, estos se debe a la textura y estructura de los suelos, sin embargo hay suelos que no retienen la humedad ni las 72 hrs establecidas para hacer el análisis de capacidad de campo, estos son suelos que deben ser descartados para riegos por su mala capacidad de retención de humedad.

El terreno donde se encuentran establecidas las ocho variedades de malangas sometidas a estudios podría tener una capacidad de campo bastante regular, probablemente se deba a la topografía del terreno, la cobertura vegetal del terreno y las mejoras ya que se les ha incorporado lombricultura, esto ha venido a mejorar por mucho la calidad de estos suelos, incrementando considerablemente la capacidad de campo.

6.12.6.8 Punto de marchitez permanente (PMP)

También conocido como límite mínimo, es el contenido de agua de un suelo retenida tan firmemente que las plantas no pueden extraerla causándoles una marchitez irreversible. En general se puede asumir que el valor de PMP de un suelo es aproximadamente el 50 % de la CC del mismo, a este punto las plantas pierden la capacidad de succión y siguen perdiendo agua mediante la transpiración (UNC, 2012).

6.12.6.9 Capacidad de retención de agua disponible (CRAD)

La capacidad de retención de agua disponible es el intervalo de humedad disponible que se define como el agua del suelo que puede ser absorbida a un ritmo adecuado para permitir el crecimiento normal de las plantas (Andrades, Delgado, & López, 2007).

6.12.6.10 Pedregosidad

La Pedregosidad del suelo está dada por la presencia de fragmentos de roca o “piedras” con diámetro, equivalente, igual o mayor que 2 mm. La Pedregosidad superficial desde el punto de vista de la utilización del suelo es importante para el cultivo por su acción sobre los aperos de labranza, llegando a impedir la misma cuando su contenido es muy elevado. En las tierras vírgenes es un factor negativo porque disminuye la superficie útil para el crecimiento vegetal (Andrades, Delgado, & López, 2007).

El contenido de alta pedregosidad en los terrenos suele ser un problema, porque aunque los suelos sean fértiles el exceso de pedregosidad conduce a que los terrenos sean descartados para la agricultura puesto que es un impedimento para efectuar labranzas al terreno, para establecer los cultivos.

La finca buena vista presenta un porcentaje de pedregosidad menor al 5%, este dato es un factor positivo para llevar acabo la agricultura y las prácticas de labranza para garantizar las condiciones necesarias al terreno al momento de establecer el cultivo.

6.12.6.11 Pendiente

La pendiente caracteriza la desviación de la inclinación de la ladera de la horizontal en porcentaje (%) o en grados (°) (PASOLAC, 2005).

La pendiente es a lo que se le conoce comúnmente a los desniveles que presenta el terreno con respecto al nivel horizontal del terreno, estos desniveles pueden calcularse en grados o en porcentaje para establecer la pendiente.

La finca Buena Vista alcanza los 30% de pendiente en valor promedio, este nivel de porcentaje de la pendiente no parece afectar al cultivo ya que el drenaje es medio y

la retención de agua es moderada, cubriendo las necesidades del cultivo por un buen período.

6.12.7 Macronutrientes

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales (IFA - FAO, 2009).

En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo (IFA - FAO, 2009).

El *Nitrógeno (N)* es el motor del crecimiento de la planta, suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (IFA - FAO, 2009).

El *Fósforo (P)*, que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los

suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad (IFA - FAO, 2009).

El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (IFA - FAO, 2009).

Los nutrientes secundarios son magnesio, azufre y calcio. Las plantas también los absorben en cantidades considerables (IFA - FAO (Asociación internacional de la industria de los fertilizantes), 2009).

El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta (IFA - FAO, 2009).

El Azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas suple del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada (IFA - FAO, 2009).

El Calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el encalado, es decir, reducir la acidez del suelo (IFA - FAO, 2009).

VII HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

7.1 General

Las características fenotípicas así como el comportamiento agronómico, la tolerancia y resistencia en ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) evaluadas en la Finca Buena Vista está determinada por las condiciones edafoclimáticas existentes en la zona.

7.2 Específicas

Hipótesis 1

Las condiciones edáficas y climáticas de la parcela en donde se establecerá el estudio tienen efecto sobre las características fenotípicas y el comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*).

Hipótesis 2

Las características fenotípicas de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) están determinadas por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista.

Hipótesis 3

El comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) evaluadas está influenciado por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista.

Hipótesis 4

La tolerancia y resistencia ante el ataque de plagas y enfermedades en ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) está determinada por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista.

VIII DISEÑO METODOLÓGICO

8.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa. El municipio de Matagalpa limita al Norte con el municipio de Jinotega, al Sur con los municipios de Esquipulas y San Dionisio, al Este con los municipios de El Tuma la Dalia, San Ramón y Muy Muy y al Oeste con el municipio de Sébaco (INIFOM, 1999).

El municipio comprende una extensión territorial de 619.36 km². La zona presenta áreas montañosas con una altura promedio favorable de 681 msnm (INIFOM, 1999).

La finca Buena Vista se encuentra ubicada a 23 km de la ciudad de Matagalpa, carretera Tuma-La Dalia y cuenta con un área total de 21 manzanas. Políticamente se encuentra en la comarca Yasica Norte, Municipio de San Ramón, Departamento de Matagalpa. Las comunidades alrededores son: La Estrellita y El Tepeyac (Brohier, 2005).

8.1.1 Condiciones climáticas

El clima del municipio de Matagalpa es moderadamente fresco y húmedo, está catalogado como clima de sabana tropical húmedo con temperaturas que oscilan entre los 19 y 24 °C. La precipitación actual oscila entre los 800 y 2,000 mm con un promedio anual de 1,330 mm (AMUPNOR, 2012).

8.2 Tipo de estudio

El estudio es no experimental, del tipo descriptivo, porque se están evaluando variables cualitativas como; condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, características fenotípicas de las plantas (color de la hoja, color de la vaina, pubescencia de las hojas, textura al tacto de las hojas); además de la tolerancia o

resistencia ante el ataque de plagas y enfermedades, de enfoque cualicuantitativo porque se cuantificaron variables medibles (altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas, ancho y largo de las hojas y número de hojas afectadas) en el comportamiento agronómico de las plantas estudiadas, de corte transversal porque de acuerdo al tiempo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre noviembre del año 2014 a septiembre del año 2015.

8.3 Poblacion y muestra

La población se formó de 40 variedades que fueron establecidas en la zona de estudio y la muestra se conformó por ocho variedades de malanga, las cuales fueron seleccionadas por conveniencia, efectuando un muestreo casual utilizando criterios propios de selección, cada variedad se constituyó por ocho plantas en cada surco, para un total de 64 plantas establecidas en la parcela sembradas a 50 cm entre plantas y 80 cm entre surcos, la recolección de datos se realizó cada quince días, dos meses después de establecido el cultivo. Las plantas fueron seleccionadas por los siguientes criterios:

- Las plantas que germinaron homogéneamente
- Las plantas más vigorosas y sanas establecidas en la parcela, en el momento en que germinaron.

8.4 Instrumentos

En la hoja de campo, recolectaron datos sobre el manejo de la malanga: control de malezas, fertilizaciones, dosis, labores culturales, fungicidas utilizados, fertilizantes utilizados, período de riego, estudios de suelo para comprobar la fertilidad del mismo (ver anexo 1).

Se obtuvieron datos sobre muestreo de enfermedades presentes en la parcela de estudio, para realizar el muestreo se utilizó el método del zig-zag donde se identificaba y rotulaba con cinta amarilla la planta que se observaba con

afectaciones, también se investigaron datos climáticos: precipitación, temperatura, humedad relativa, horas luz. Además de estos datos, se recabó información sobre los principales parámetros físico, químicos y biológicos que presentan los suelos donde se establecieron las variedades evaluadas.

8.5 Variables medidas

Las variables medidas fueron: a) Condiciones edáficas y climáticas, b) Características fenotípicas, c) Comportamiento agronómico d) Tolerancia y resistencia.

En el comportamiento agronómico se tomó en cuenta la población total de plantas establecidas, después, por medio de una guía de observación, y hoja de registros se recaudó información sobre los parámetros referidos a crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas.

Para la variable tolerancia y resistencia en las variedades evaluadas en las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio, se utilizó guía sintomatológica de las enfermedades y por medio de muestreos realizados cada treinta días y mediante guía de observación se determinó si había o no presencia de plagas y enfermedades en la parcela de estudio, si se presentaban afectaciones solamente en algunas de las plantas, sin ocasionar daños severos, entonces las plantas estudiadas resultaban resistentes y a la vez tolerantes ante la incidencia de plagas y enfermedades.

8.6 Manejo agronómico del estudio

Para la implementación del experimento se realizaron estudios de suelos para conocer las condiciones existentes en el sitio de estudio, y se indagó mediante bibliografía sobre los requerimientos climáticos del cultivo y las condiciones climáticas existentes en la zona.

Se realizó la siembra del material a una distancia de 50 centímetros entre plantas y 80 centímetros entre surcos, se elaboró un plan de fertilización: fertiriego con urea (46-00-00) a una relación de dos libras de urea diluida en 20 litros de agua, aplicada al drench, esto con el fin de devolver la turgencia a las plantas ya que a pesar de que era época de invierno, la humedad del suelo era relativamente pobre por falta de lluvias.

Aplicación de fertilizante completo (15-15-15), con una dosis de 15 gramos por planta, de forma edáfica, estas fertilizaciones se realizaron de manera intercalada, en los primeros quince días después de establecido el cultivo se aplicó fertiriego, quince días después se fertilizó con 15-15-15; el manejo de malezas se efectuó de forma manual, con azadones, cada 21 días y se realizaron aporques para cubrir el sistema radicular y garantizar un mejor desarrollo del cultivo, esta labor se realizó cada seis semanas.

8.6.1 Recolección de Muestras de campo

Se realizó una calicata de 1m³ en la zona de estudio en donde se estableció la parcela, en la cual se obtuvieron 4 muestras, 1 de cada horizonte encontrado en la calicata. Luego de haber hecho la calicata de 1 m³. Se obtuvieron 4 muestras, 1 de cada horizonte encontrado.

8.6.1.1 Estudio de Muestras

8.6.1.2 Preparación de la muestra

Primeramente se pesaron las muestras de los horizontes del suelo, luego se extrajeron submuestras de 50 gramos de suelo que se sometieron a temperatura de 105°C hasta lograr el secado total de la submuestra.

8.6.2 Textura

La textura se obtuvo por dos métodos: uno consistió en el método de estimación, obteniendo los porcentajes de cada uno de las fracciones granulométricas por el proceso de sedimentación, el cual consistió en usar recipientes de fondo plano, en las cuales se agregaron restos de las muestras de cada horizonte para luego esperar que se formaran las capas de limo, arena y arcilla para proceder a la extracción de los porcentajes de las fracciones granulométricas y el otro método fue la prueba de campo por medio de la guía de Casanova (Núñez, 2000).

8.6.3 Estimación de capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo se le calculó a cada uno de las muestras de los horizontes obtenidos por medio del método directo usando la siguiente fórmula: $CC (\%) = \frac{PSH - PSS}{PSS} * 100$. En el cual el peso de suelo húmedo (PSH) fue la submuestra de 50gr que se extrajo de las muestras de los horizontes encontrados y el peso de suelo seco (PSS) fue el peso de la muestra seca luego de someterla al calor. El resultado luego se aplicó a la muestra para calcular la capacidad de campo de toda la muestra.

8.6.4 Estimación de Punto de Marchitez Permanente “PMP”

Al continuar secando el suelo y paralelamente creciendo el potencial con que el agua es retenida por las partículas del suelo, se llega a un punto donde las plantas son incapaces de ejercer una fuerza de succión que les permita absorber agua y se marchitan irreversiblemente. En esta condición el agua es retenida fuertemente por las partículas sólidas del suelo por un alto potencial de presión (Núñez, 2000).

El Punto de Marchitez Permanente o PMP, se determinó utilizando la ecuación propuesta por Silva (1998), que consiste en multiplicar la CC por el factor 0.595.

8.6.5 Estimación de CRAD (Capacidad de Retención de Agua Disponible)

El CRAD es el resultado de la diferencia entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente o lo que sería igual el porcentaje de agua capilar menos el porcentaje de agua higroscópica que se encuentra en las muestras de suelo. Para obtener el porcentaje de agua fuertemente retenida o CRAD. La fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$\text{CRAD (\%)} = \text{CC (\%)} - \text{PMP (\%)} \quad (\text{Chavarría, 2014})$$

8.6.6 Color

El color de cada uno de los horizontes está determinado por estimación visual. La diferencia de colores entre cada horizonte se debe a la retención de agua que contiene cada uno de los horizontes, además de la cantidad de fracciones de arcilla, limo y arena, también por la presencia de minerales como hierro, calcio, entre otros.

8.6.7 Densidad y porosidad

8.6.7.1 Cálculo de la densidad

La densidad se calculó por medio del principio de Arquímedes, el cual consiste en obtener un terrón de cada uno de los horizontes encontrados y pesarlos, luego se rellenó al contorno con espelma de candela y se volvió a pesar y se introdujo en un beaker que contenía un volumen inicial de 40 mm³ y el volumen final de más que existía en el beaker se le restó al volumen inicial y la diferencia que existió se dividió con el peso final o muestra con espelma y el resultado fue la densidad aparente para esa muestra.

8.6.7.2 Cálculo de Porosidad.

Una vez que se obtuvo la densidad aparente se procedió a calcular la porosidad de cada horizonte, con la siguiente formula $N (\%) = (1 - (D_{ap}/DR)) * 100\%$

8.6.8 Preparación de suelo

Una vez que se realizaron todos los análisis de suelo necesarios para el establecimiento del cultivo se procedió a realizar la preparación de suelo, iniciando con una ligera remoción.

8.6.9 Desinfección y siembra de semilla

Se obtuvo el material vegetativo de diferentes variedades de malanga (colocassia esculenta) de ciertos territorios del país, y otras proveniente de otros países las cuales fueron proporcionados mediante la coordinación y la colaboración del PhD Guillermo Reyes, de la Universidad Nacional Agraria, el cual ha recolectado en varios años de trabajo, el material fue sometido a métodos de asepsia antes de la siembra.

8.6.10 Fertilización

Se aplicó un plan de fertilización con urea 46-0-0, a una relación de 2 libras de urea diluida por cada 20 litros de agua, cada quince días en época seca a fin de optimizar el uso de la humedad del suelo por parte de las plantas. Esto considerando que este cultivo demanda altas laminas de riego o de humedad natural.

Además se aplicó fertilizante completo 15-15-15, 15 gramos cada quince días, las fertilizaciones se llevaron a cabo desde el momento de la siembra y se inició con Fertiriego de urea diluída en agua con una dosis de 2 libras de fertilizante en 20 litros de agua y después cada quince días de establecidas las plantas, la dosis de fertilizante completo 15-15-15 que se utilizó por planta fue de 15 gramos.

8.6.11 Aporque y control de malezas

El aporque y el control de malezas se efectuaron de forma mecánica con machetes y azadones. Los residuos de malezas fueron incorporados a la parcela como abono orgánico y para mantener el nivel de humedad en las plantas.

8.6.12 Riego

El estudio se estableció en la primera semana de febrero del 2015. En los meses de abril y mayo fue suministrado Fertiriego con urea, garantizando mantener optimizada la humedad del suelo para suplir las necesidades hídricas hasta la temporada lluviosa.

8.7 Análisis estadísticos

Para el procesamiento de los datos, análisis estadísticos y elaboración de Tablas se utilizó el programa SPSS versión 19 y el programa Microsoft Excel 2013. Se aplicó análisis estadístico descriptivo; entre estos media, mínimos, máximos y desviación típica. Análisis que sirvió para rechazar o aceptar las hipótesis de investigación planteadas, en cuanto a la incidencia que tienen las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista sobre las características fenotípicas y comportamiento agronómico de las ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*), además de conocer si estas condiciones fueron factores determinantes para la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades.

7.8 Operacionalización de las variables

Objetivo específico	Variable	Subvariable	Indicador	UM	Medio de verificación
Describir las condiciones edáficas y climáticas de la parcela en donde se estableció el estudio de ocho variedades de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>).	Condiciones edáficas	Propiedades Extrinsicas	Pendiente	Porcentaje	Hoja de Campo Guía de observación Fotografías
			Textura		
			Capacidad de Campo (CC)	Porcentaje	
		Propiedades intrinsicas	Punto de Marchitez Permanente (PMP)	Porcentaje	
			Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD)	Porcentaje	
			Color	gr/cm3	
			Densidad	Porcentaje	
	Condiciones climáticas	Factores Climáticos	Porosidad	Porcentaje	
			Clima	msnm	Base de datos de INETER
			Altitud	mm	
			Precipitación	°C	
			Temperatura	Horas luz	
			Fotoperíodo		

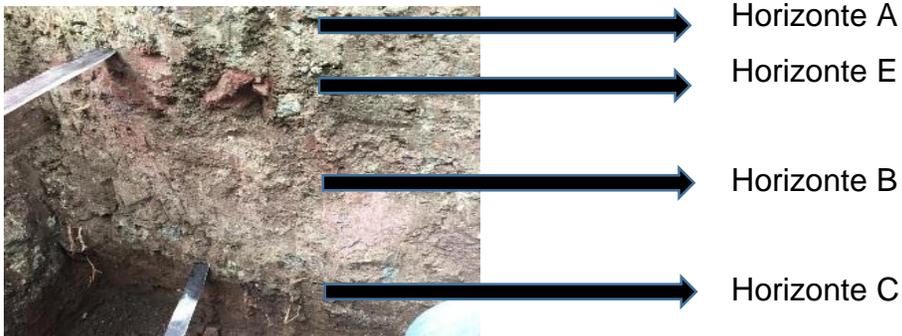
Caracterizar fenotípicamente ocho variedades de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>) bajo condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.	Características fenotípicas	Color de la hoja Color de vaina Pubescencia en la hoja Textura al tacto de la hoja	Tonalidad de hoja Tonalidad de vaina Presencia o ausencia de pelos Rugosa Lisa Intermedia	Color Color Condición Condición	Guía de observación Fotografías Hoja de campo Guía de observación
Determinar el comportamiento agronómico de las diferentes variedades de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>) en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.	Comportamiento agronómico	Crecimiento vertical Crecimiento horizontal	Altura de planta Número de hojas Largo de hojas Ancho de hojas Grosor del tallo	cm Unidad cm cm cm	Hoja de campo Fotografías Guía de observación Cinta métrica, Regla Pie de rey
Estimar la tolerancia y resistencia a plagas y enfermedades que presentan las variedades de malanga (<i>Colocasia esculenta</i>) evaluadas en condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista.	Tolerancia a plagas y enfermedades Resistencia a plagas y enfermedades	Plagas Enfermedades	Plantas afectadas Plantas sanas Plantas afectadas Plantas sanas	Unidad Unidad	Guía sintomatológica Guía de observación Hoja de campo Fotografías

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Condiciones edáficas de la Finca Buena Vista

Los horizontes encontrados fueron el A, E, B y C, en el cual se apreció que primeramente el primer horizonte “A” tenía una pequeña fracción de materia, esto posiblemente ocasionado por el desgaste del suelo por la actividad agrícola en tiempos pasados o por la incidencia de erosiones en el terreno, el horizonte “E” es más claro que el horizonte “A”, este color se da por la gran presencia de arena a diferencia del horizonte A que contiene mayor presencia de Arcilla y limo. El horizonte B era de color rojizo (observar fotografía N° 1) producto de las altas cantidades de arcillas y específicamente de materiales como óxidos e hidróxidos de hierro. Finalmente el horizonte C resultó ser un horizonte mezcla, el horizonte posiblemente se encuentra en neo formación o proceso de formación, además se plantea la posibilidad de que el horizonte fue afectado por los diferentes factores abióticos como la erosión, la cual arrastra las capas de suelo coluvial desde las partes más altas hasta las partes baja de la zona de estudio.

Fotografía 1: Horizontes del suelo



Fuente: Resultados de la Investigación

Además, de obtener las muestras una vez finalizada la actividad principal se procedió a extraer cuatro submuestras para hacer la prueba de campo de textura por el método de Casanova. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Resultado de prueba de Casanova

Tipos de Horizontes	Resultados de Textura por Casanova
A	Franco arenoso
E	Franco arenoso
B	Franco
C	Franco arenoso

Fuente: Resultados de la Investigación

La textura que predomina en tres de los horizontes estudiados es la textura Franco arenosa, tomando como referencia el horizonte A para determinar la textura del suelo de la parcela de estudio, se concluyó que el suelo en donde fue establecido el estudio corresponde a la textura Franco Arenosa.

9.1.1.1 Estudio de Muestras

9.1.1.2 Preparación de la muestra.

Primeramente se pesaron las muestras de los horizontes, luego se extrajeron submuestras de 50 gramos de suelo que se pusieron a secar a 105°C (ver anexo 4) obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2: Resultados de peso de elementos gruesos y % EG

Horizontes	Peso total de muestra en gramos (gr)	Peso de elementos gruesos en gramos (gr)	% Elementos gruesos
A	546.8 gr	356.75 gr	71.81%
E	421.6 gr	272.49 gr	73.33%
B	829.5 gr	378.8 gr	48.6 %
C	963.4 gr	528.8 gr	57.9%

Fuente: Resultados de la Investigación

9.1.2 Textura

Las partículas texturales del suelo como arena, limo y arcilla se asocian para formar agregados a unidades de mayor tamaño nombrados por peds. La estructura del suelo afecta directamente la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión en el cultivo de malanga (FAO, 2007).

La importancia de conocer la textura del suelo está relacionada con los macroporos o microporos que tiene el suelo según la textura, ya que estos permiten el desplazamiento tanto del agua como del aire, además de la capacidad de retención de agua que tienen y que las plantas necesitan para poder desarrollarse.

La textura se obtuvo por dos métodos: uno el método de sedimentación (ver anexo 4), obteniendo los porcentajes de cada uno de las fracciones granulométricas por el proceso de sedimentación, que consiste en usar botellas en las cuales se agregaban porciones restantes de las muestras de cada horizonte para luego esperar por 24 horas, para que se formaran las capas de limo, arcilla y arena para poder extraer cada porcentaje de las capas. De las cuales se obtuvieron resultados:

Tabla 3: Fracciones texturales

Horizontes	Arena %	Arcilla %	Limo%
A	71.81	18.18	10
E	73.33	10.66	16
B	48.5	23.36	28.03
C	57.93	15.87	26.19

Fuente: Resultados de la Investigación

Horizonte A

ARENA (%)= $7.4 \text{ cm} / 11 \text{ cm} * 100\% = 71.81\%$

ARCILLA (%)= $2 \text{ cm} / 11 \text{ cm} * 100\% = 18.18\%$

LIMO (%)= $1.1 \text{ cm} / 11 \text{ cm} * 100\% = 10\%$

Horizonte E

ARENA (%)= $5.5 \text{ cm} / 7.4 \text{ cm} * 100\% = 73.33\%$

ARCILLA (%)= $0.8 \text{ cm} / 7.5 \text{ cm} * 100\% = 10.66\%$

LIMO (%)= $1.2 \text{ cm} / 7.5 \text{ cm} * 100\% = 16 \%$

Horizonte B

ARENA (%)= $5.2 \text{ cm} / 10.7 \text{ cm} * 100\% = 48.5\%$

ARCILLA (%)= $2.5 \text{ cm} / 10.7 \text{ cm} * 100\% = 23.36\%$

LIMO (%)= $3 \text{ cm} / 10.7 \text{ cm} * 100\% = 28.03\%$

Horizonte C

ARENA (%)= $7.3 \text{ cm} / 12.6 \text{ cm} * 100\% = 57.93\%$

ARCILLA (%)= $2 \text{ cm} / 12.6 \text{ cm} * 100\% = 15.87\%$

LIMO (%)= $3.3 \text{ cm} / 12.6 \text{ cm} * 100\% = 26.19\%$

A pesar de que en algunas ocasiones el suelo no cumple con todos los requisitos para ser un suelo perfecto, las plantas tienen la capacidad de adaptarse a suelos pobres, aquellos suelos con poca cantidad de materia orgánica, arena, arcilla e incluso que no cumplen con el rango de estructura del 50% de material sólido, 25% de agua y 25% de aire respectivamente, no es un indicativo para descartar un suelo, estos se pueden mejorar practicando enmiendas u obras de conservación de suelos y agua (OCSA).

Por lo que el estudio de malanga establecido en la Finca Buena Vista obtuvo un comportamiento aceptable de acuerdo con los requerimientos edáficos del cultivo el cual se adapta a suelos francos, franco arenosos y franco arcillo arenosos, esto es debido a las condiciones texturales del suelo resultaron favorables para el óptimo desarrollo del cultivo.

9.1.3 Estimación de Capacidad de Campo (CC)

Después que drene el agua gravitacional el remanente ocupa los microporos y forma una película líquida flojamente retenida alrededor de las partículas del suelo. La fuerza de retención es de aproximadamente un tercio de atmósfera. En esta situación las plantas absorben agua sin dificultad, superando con su fuerza de succión las fuerzas con que la humedad es retenida en el suelo. Este tipo de humedad se conoce como agua a capacidad de Campo (Núñez, 2000).

La importancia de conocer la capacidad de campo radica, en que un suelo con capacidad de campo aceptable para el buen desarrollo del cultivo, tendrá suficiente agua retenida en los microporos, la cual será aprovechada al máximo por las plantas, debido a que esta agua será absorbida con facilidad, por esta razón el agua a Capacidad de Campo es conocida como agua biológicamente útil.

Los resultados sobre Capacidad de Campo (CC) que se obtuvieron para cada uno de los horizontes fueron los siguientes:

Tabla 4. Estimación de Capacidad de Campo (CC)

HORIZONTES	PSH	PSS	CC (%)
A	50 gramos	40,5 gramos	23.45
E	50 gramos	41,4 gramos	20.77
B	50 gramos	40,7 gramos	22.85
C	50 gramos	37,4 gramos	33.68

Fuente: Resultados de la investigación

El horizonte C es el que tiene menores cantidades de arcilla, limo y en cambio mayores cantidades de arena, es el que tiene menor porcentaje de Capacidad de campo, debido a que entre las arenas hay mayores espacios porosos que no

favorecen la retención de agua en el suelo. Además cabe destacar que el horizonte mezcla (C) obtuvo los resultados más altos en cuanto a capacidad de campo, esto se debe a la gran presencia de arcillas que favorecen al reciclaje de nutrientes, y a la fertilidad del suelo (Chavarría, 2014).

También se observó la poca presencia de materia orgánica se tomó una muestra en el horizonte C, la poca cantidad de materia orgánica no favorece la capacidad de retención de nutrientes, ni tampoco ayuda a que se mantengan las múltiples relaciones intra e inter específicas que pudiesen ocurrir en este micro ecosistema; comparando los datos del horizonte A con el E es poca la diferencia en cuanto a porcentaje de Capacidad de campo, en la que el horizonte E presenta cantidades mínimas de arcillas y limo, pero aun así se obtuvieron resultados que se asemejan a los del horizonte A.

9.1.4 Estimación de Punto de Marchitez Permanente “PMP”

Es necesario conocer el Punto de Marchitez Permanente, porque así se determina cuando el cultivo está expuesto a riesgos por deshidratación y al mismo tiempo saber cuál es el momento adecuado para aplicar riego al cultivo y así evitar pérdidas cuantificables.

El Punto de Marchitez Permanente (PMP), se determinó teniendo los resultados de la capacidad de campo de cada uno de los horizontes estudiados; utilizando la fórmula $PMP (\%) = CC \% * 0.595$ en la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla número 5. Estimación de Punto de Marchitez Permanente (PMP) en cada uno de los horizontes del suelo.

HORIZONTES	CC (%)	FACTOR SEGUN SILVA 0.595	RESULTADOS PMP (%)
A	23.45	0.595	13.95
E	20.77	0.595	12.35
B	22.85	0.595	13.59
C	33.68	0.595	20.1

Fuente: Resultados de la investigación

La malanga es un cultivo que según las condiciones del suelo, puede sobrepasar los 0.40 metros de profundidad, aunque normalmente no sobrepasa los primeros 0.20 metros de profundidad, por lo cual los resultados obtenidos de acuerdo al Punto de Marchitez Permanente fueron los más correctos para que el cultivo se desarrollara sin problemas, debido a que los resultados en cada horizonte fueron porcentajes mínimos.

9.1.5 Estimación de Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD)

El CRAD es el resultado de la diferencia entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente o lo que sería igual el porcentaje de agua capilar menos el porcentaje de agua higroscópica que se encuentra en las muestras de suelo.

Es indispensable conocer cuál es la capacidad que tiene un suelo para retener agua que pueda ser aprovechada por los cultivos, este dato permite conocer qué tipo de cultivos se puede establecer en base a este parámetro, esta es la cantidad de agua real que será aprovechada.

Para obtener el porcentaje de agua fuertemente retenida o CRAD. La fórmula que se usó fue la siguiente:

CRAD (%)= CC (%) -- PMP (%)

Los resultados obtenidos, son los siguientes:

Tabla número 6: Estimación de Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD) para cada uno de los horizontes del suelo.

HORIZONTES	CC (%)	PMP (%)	RESULTADOS CRAD (%)
A	23.45	13.95	9.5
E	20.77	12.35	8.42
B	22.85	13.59	9.26
C	33.68	20.1	13.65

Fuente: Resultados de la investigación

Los resultados que se obtuvieron corresponden con los datos que tienen los tipos de suelos que se identificaron en cada una de las muestras, el valor del horizonte C por ser un horizonte mezcla tiene un porcentaje de Marchitez Permanente y Capacidad de Campo que deberían de ser de las óptimas para un horizonte A, pero con prácticas de conservación e intervención agronómica se podría lograr recuperar el horizonte A y tener valores más aceptables para el tipo de suelo al que pertenece.

Los resultados que se obtuvieron fueron aceptables para el cultivo en estudio establecido en estas condiciones, ya que es un cultivo que demanda grandes cantidades de agua y se desarrolló sin ninguna dificultad.

9.1.6 Color de los horizontes del suelo

El color de cada uno de los horizontes está determinado por estimación visual

Tabla 7: colores de cada horizonte

Horizonte	Color seco	Color húmedo
A	Café	Café oscuro o negro
E	Café claro	Gris o blanco
B	Café claro	Café claro
C	Café oscuro	Café

Fuente: Resultados de la Investigación

La diferencia de colores entre cada horizonte se debe a la retención de agua que contiene cada uno de los horizontes, además de la cantidad de fracciones de arcilla, limo y arena, también por la presencia de minerales como hierro, calcio, entre otros.

Los resultados de las capacidades de campo, los puntos de marchitez permanente y el CRAD de cada uno de los horizontes están de acuerdo a las características físicas propias del tipo de suelo identificado en la parcela de estudio.

9.1.7 Densidad y porosidad

9.1.7.1 Cálculo de la densidad

La densidad se refiere al peso seco en gramos de materiales sólidos, dentro de un volumen definido, la relación entre el peso de suelo seco a 105°C por 24 horas y el volumen total de la muestra de suelo incluyendo el espacio poroso se denomina densidad aparente del suelo. Como la densidad aparente incluye el espacio poroso a mayores valores de densidad aparente disminuye proporcionalmente la porosidad del suelo (Núñez, 2000).

Los altos valores de densidad aparente afectan los espacios porosos del suelo, lo que indica que afectará el desplazamiento del agua y del aire, lo cual no es beneficioso para los cultivos ya que las plantas demandan abundante agua y una buena aireación para poder crecer y desarrollarse en el medio.

La densidad se calculó por medio del principio de Arquímedes, el cual consistió en obtener un pedazo de terrón de cada uno de los horizontes encontrados, pesarlos, rellenar al contorno con cera y volver a pesarlo para introducirlo en un beaker que contenía un volumen inicial de 40 mm³ de agua, luego el volumen final que existía en el beaker se restó al volumen inicial y la diferencia que existió se dividió con el peso final o muestra con espelma, el resultado es la densidad aparente para esa muestra.

Tabla 8: Resultados de Densidad Aparente (Dap)

Muestras de Horizonte	Peso inicial(gr)	Peso final (gr)	Volumen inicial (mm³)	Volumen final (mm³)	Diferencia	Dap
A	4.5	7.2	40	49	9	1.25
E	5.6	6.5				1.25
B	3.3	4.9	40	46	6	1.22
C	4.4	5.7	40	47	7	1.22

Fuente: Resultados de la Investigación

El horizonte E por ser arenoso no se formó ningún terrón para poder calcular el volumen, así que se estimó que el promedio de la Densidad aparente (Dap) por ser un suelo franco arenoso es 1.25

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a densidad aparente son aceptables según (Reyes & Aguilar, 2005) de acuerdo a la textura del suelo encontrado en cada uno de los horizontes, el suelo en donde se estableció el estudio es un suelo que favoreció la percolación de agua, la penetración de raíces y la aireación, lo cual permitió a las plantas desarrollarse sin problemas.

9.1.7.2 Cálculo de Porosidad (N)

Una vez obteniendo la densidad aparente se prosiguió a calcular la porosidad de cada horizonte, con la siguiente fórmula $N (\%) = (1 - (Dap/DR)) * 100\%$ obteniendo los siguientes resultados:

Tabla. 9: Resultados de Porosidad en los horizontes del suelo

Horizonte	Densidad aparente (Dap) (muestra alterada) g/cm ³	Densidad Real (DR) g/cm ³	Porosidad (N) % (v/v)
A	1.25	2.65	61.84
E	1.25	2.65	52.83
B	1.22	2.65	61.64
C	1.22	2.65	64.42

Fuente: Resultados de la Investigación

Según los resultados proporcionados mediante prueba de laboratorio se considera que los niveles de porosidad de cada uno de los horizontes se encuentran en un nivel medio, es decir, los espacios que existen entre las fracciones granulométricas están entre los valores óptimos para considerarse una porosidad ideal, ya que permite la fácil entrada de agua y también su permeabilidad en el suelo.

Esto permitió que el cultivo estudiado en estas condiciones se desarrollara de una manera positiva, sin afectación en ninguna de las etapas de crecimiento, la entrada de agua a través de las raíces es algo indispensable en toda planta, por la demanda del recurso y porque a través de ellas se da la absorción de nutrientes.

Los horizontes presentes en el suelo se encontraron en un terreno con una pendiente de 36% con un buen drenaje, una humedad de 40%, con cobertura vegetal principalmente de árboles de sombra, con presencia de arvenses del tipo ciperáceas y también con un amplio efecto erosivo ocasionado por múltiples erosiones y desgastes por actividades agrícolas.

Las plantas de malanga se adaptan más a aquellos suelos profundos fértiles, con suficiente materia orgánica, bien drenados. Deben evitarse suelos con altos contenidos de arcilla o arena. El cultivo muestra problemas en suelos arenosos a pesados, así como en suelos rocosos y pedregosos (Zapata & Velásquez, 2013).

Según estudio realizado por Brohier (2005) los suelos de la Finca Buena Vista presentan una textura franco-arcilloso-arenoso, es ligeramente ácido (pH: 6-6,4), es profundo (40 cm), la pedregosidad no es importante (menos de 5%). El drenaje es moderado, las pendientes alcanzan los 30%. El intercambio catiónico es alto (36-41 meq/100g de suelo), los contenidos en macro y micronutrientes son altos, sólo falta fósforo. La materia orgánica (MO), es alta. Todas estas características indican un buen suelo, apropiado a cultivos, con una buena fertilidad.

Este suelo extraído proviene de sedimentos arrastrados desde las zonas altas de la parcela, dando como resultado en las pruebas de laboratorio y de campo un suelo del tipo franco arenoso, la pendiente es del 36%, comparando estos resultados con los resultados obtenidos en el estudio realizado por Brohier, estos datos coinciden.

El cultivo de malanga obtuvo un buen comportamiento agronómico en este tipo de suelo, lo que indica que las condiciones fueron adecuadas para el establecimiento de las variedades estudiadas.

9.2 Características fenotípicas de las variedades

Las características fenotípicas sirven como descriptores al momento de identificar a las variedades que se vayan a establecer o someter a estudios. Aunque se sabe que las condiciones edáficas, climáticas y de manejo podrían incidir en que se den cambios (modificaciones) que contribuirían a sesgos en la identificación apropiada de las variedades estudiadas.

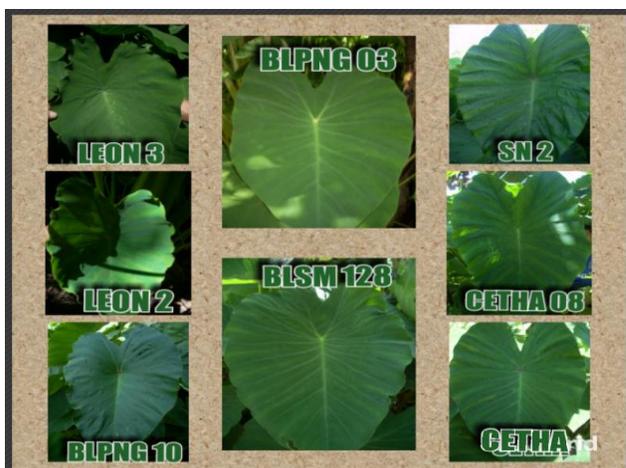
Tabla 10. Características Fenotípicas

Variedades	Color de la hoja	Color de la vaina	Pubescencia (Pubesc), Presencia o ausencia de vellosidad	Textura al tacto (lisa, rugosa, intermedia)
BLPNG10	Verde oscuro	Rosada	Ausencia	Intermedia
LEON2	Verde claro	Verde	Ausencia	Lisa
BLPNG03	Verde claro	Rosada	Ausencia	Lisa
CETHA08	Verde claro	Verde	Ausencia	Rugosa
BLSM128	Verde claro	Morada	Ausencia	Lisa
LEON3	Verde claro	Morada	Ausencia	Lisa
SN2	Verde oscuro	Morada	Ausencia	Rugosa
CETHA	Verde claro	Morada	Ausencia	Rugosa

Fuente: Resultados de la investigación

En la evaluación de las ocho variedades de malanga en las condiciones edafoclimáticas de la Finca Buena Vista se observaron los siguientes resultados en cuanto al color de las hojas:

Imagen 1. Color de las hojas



Fuente: Resultados de la investigación

Las variedades Leon2, Blpng03, Cetha08, Blsm128, Leon3 y CETHA presentaron la tonalidad verde claro, mientras que las variedades Blpng10 y Sn2 presentaron la tonalidad verde oscuro.

El cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) presenta en su morfología hojas verdes del peciolo, a menudo púrpura apical, tejido foliar esponjoso y lleno de espacios de aire, la hoja va de verde a verde oscuro, verde azul o glauco en la superficie adaxial, usualmente con una mancha roja o púrpura cerca al peciolo, peltadas de 2.5 X 7 cm; venas laterales primarias, venas paralelas secundarias, ápice mucronado (Solano, de la Cruz, 2010).

Las variedades en estudio presentaron un comportamiento similar en cuanto al color de las hojas según las características descritas por Solano y de la Cruz (2010), ya que presentaron tonalidades entre verde claro y verde oscuro, con venas laterales primarias y venas laterales secundarias, la diferencia es que solo algunas de ellas presentaron manchas rojas cerca del peciolo y otras no, como lo es el caso de las variedades Blpng10 y Sn2.

Las variedades evaluadas no presentaban la presencia de estolones como descriptor antes de ser sometidas a estudio, pero al ser establecidas bajo las condiciones edafoclimáticas de la parcela, las variedades Blpng10 y la variedad Blsm128, desarrollaron esta característica.

Imagen 2. Color de la vaina



Fuente: Resultados de la investigación

En el estudio orientado a evaluar las ocho variedades de malanga se determinaron las siguientes tonalidades en cuanto al color de la vaina:

Las variedades Blpng10 y Blpng03 presentaron tonalidad rosada, Leon2 y Cetha08 con tonalidad verde, mientras que las variedades Blsm128, Leon3, Sn2 y CETHA, se destacaron por presentar tonalidad morada. Estas tonalidades permiten identificar cada una de las variedades establecidas y así mismo diferenciarlas unas de otras.

Cuando se habla de pubescencia se refiere a la presencia de vellosidad en las hojas, en las variedades estudiadas no se encontró presencia de vellosidad para ninguna de las variedades. Lo cual representa una ventaja ya que a la hora de cosecharlas no se presentará ninguna dificultad. Pero a la vez deja a la planta expuesta al ataque de plagas (algunas transmisoras de enfermedades), ya que la pubescencia, es un mecanismo de defensa natural, al igual que sirve para reducir pérdidas de agua debido a evapotranspiración, haciendo que las variedades sean más adaptables a condiciones de baja humedad.

Las variedades Cetha08, Sn2 y CETHA presentaron una textura lisa, en cambio las variedades, Leon2, Leon3, Blsm128 y Blpng03 presentaron una textura rugosa al tacto y en el caso de variedad Blpng10 presentó una textura intermedia.

9.3 Comportamiento agronómico

9.3.1 Crecimiento vertical

9.3.1.1 Altura de la planta

Tabla 11. Altura de la planta

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	48	34,00	210,00	100,3583	46,14302
leon2	42	29,50	190,00	87,0714	35,26703
blpng03	42	19,00	145,00	81,9452	36,87607
cetha08	54	21,50	181,00	80,8889	49,38156
blsm128	48	15,50	185,00	95,3083	50,09709
leon3	48	23,50	127,00	71,3542	30,12032
sn2	48	29,00	175,00	88,3083	46,12782
CETHA	48	19,50	155,00	67,5896	40,18123
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la investigación

La malanga es una planta anual, herbácea suculenta que desarrolla de uno a dos metros de altura, sin tallo aéreo, produce un cormo central comestible, grande, esférico cubierto exteriormente por escamas fibrosas o lisas (APAC, 2010).

La altura de las plantas es un parámetro importante a considerar, ya que ayuda a clasificar las plantas según el porte, las cuales pueden ser de porte alto si poseen alturas iguales o mayores a un metro, de porte medio si la altura es igual o menor de un metro, y de porte bajo si la altura alcanza por lo menos 0.60 metros (Ramos & Soriano, 2009).

En el estudio realizado se evaluaron las alturas de las ocho variedades de malanga, se encontró que la variedad Blpng10 tiene una altura media de 100.35 centímetros un poco más de un metro, pero la desviación típica fue de 46.14, la cual es muy elevada, esto indica que existe mucha variación en los datos, por lo cual no es conveniente para utilizarlo como descriptor de variedad.

La variedad Leon3 presentó una altura media de 71.35 centímetros, menos del metro, pero presentó una desviación típica de 30.12, siendo esta la más baja en cuanto a las otras variedades, teniendo menos variabilidad y datos más homogéneos por lo que es considerada la de mejor comportamiento en cuanto a altura.

Las variedades que mejor se comportaron después de la variedad Leon3, son la Leon2 con una media de 87.07 centímetros y una desviación típica de 35.26 y la Blpng03 con una media de 36.87 centímetros y una desviación típica de 36.87.

Por lo cual las variedades Leon3, Leon2 y Blpng03 son las de mejor comportamiento agronómico en cuanto a la altura de las plantas.

La importancia de que los datos sean homogéneos consiste en que, la variedad que se comporte uniformemente en cuanto a variables de rendimiento como la altura, grosor del tallo, número de hojas, ancho y largo de las hojas, puede ser recomendada para producir, sin que los productores tengan riesgos que pueden afectar los rendimientos, ya que si hay variabilidad, podría incidir negativamente en la producción y comercialización.

9.3.2 Crecimiento horizontal

9.3.2.1 Número de hojas

En las hojas, la superficie externa relativamente grande, el extenso sistema de espacios aéreos, la abundancia de cloroplastos en el tejido fundamental y la estrecha relación espacial entre los tejidos vasculares y fundamental sugieren una especialización relacionada con la fotosíntesis, estas características facilitan la exposición de los cloroplastos a la luz y favorecen el acceso de agua y gases a las células encargadas de la fotosíntesis (Esau, 1998).

Tabla 12. Número de hojas

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	48	4,00	9,00	6,6875	1,18781
leon2	43	4,00	8,00	6,2791	1,00772
blpng03	42	3,00	7,00	5,3810	1,05812
cetha08	52	3,00	7,00	5,1346	1,02954
blsm128	48	4,00	8,00	6,3333	1,15470
leon3	48	2,00	8,00	6,0208	1,15758
sn2	48	,00	8,00	4,8958	1,85930
CETHA	48	4,00	7,00	5,2708	,86884
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la Investigación

Las hojas en una planta son de vital importancia debido a que a través de este órgano se realizan funciones necesarias para que las plantas puedan crecer y desarrollarse, la fotosíntesis es el proceso más importante ya que es el medio de alimentación de las plantas, aquí se da la transformación de energía lumínica en energía química proporcionando los carbohidratos y demás nutrientes necesarios, el otro proceso, relevante es la evapotranspiración. Si el número de hojas es mínimo la capacidad de subsistencia del cultivo es afectada.

En el estudio realizado se evaluó el número de hojas de las ocho variedades de malanga, la variedad Blpng10 presentó una media de 6.68 aproximadamente 7 hojas por planta, y una desviación típica del 1.18 presentando un índice de variabilidad alto después de la variedad Sn2 que presentó una media de 4.89 aproximadamente 5 hojas y una desviación típica de 1.85.

La variedad CETHA presentó una media 5.27 aproximadamente 5 hojas por planta y una desviación típica de 0.86 siendo esta la más baja en comparación con el resto de variedades sometidas a estudio, lo que indica que los datos fueron más homogéneos por lo cual la que obtuvo mejor comportamiento en cuanto al número de hojas.

Las variedades Leon2 con una media de 6.27 y una desviación típica de 1 y la Blpng03 con una media de 5.38 y una desviación típica de 1.05 fueron las que se comportaron mejor después de la variedad CETHA en cuanto al número de hojas.

9.3.2.2 Grosor del tallo o pseudotallo

El tallo es importante porque es el medio que conecta la parte aérea (hojas) con el resto de la planta, es el medio que transporta el agua y todos los nutrientes que son absorbidos del suelo a las hojas, además sirve de soporte a la planta en general (Barrera & Suárez, 2011).

El pseudotallo es un indicador muy importante que puede ser afectado por altas densidades de siembra, competencia, por luz y agua, elongación del tallo, favoreciendo al acame producto del viento. En el cultivo de malanga es importante el estudio del grosor del pseudotallo ya que según el tamaño que logre alcanzar este, así mismo será el producto final o cormo, la cual es la parte comestible y comercializable.

Tabla 13. Grosor del tallo

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	48	1,10	22,00	9,3271	5,64660
leon2	43	1,30	14,50	7,6116	3,80390
blpng03	42	1,00	14,20	7,4190	4,30469
cetha08	54	,50	22,00	7,1500	5,47598
blsm128	48	1,20	17,50	7,7750	5,22402
leon3	48	,70	13,00	6,3479	3,22846
sn2	48	1,20	17,30	7,2688	4,92394
CETHA	48	1,00	15,20	5,7479	4,18055
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la investigación

La variedad que obtuvo la media más alta en cuanto al grosor del tallo fué la variedad Blpng10 con una media de 9.32 centímetros y una desviación típica de 5.64, siendo este el índice más alto en comparación con las otras variedades evaluadas, la desviación típica indica el índice de variabilidad presente en los datos, sin embargo aunque la variedad tenga la media más alta, tiene un índice de variación elevado por lo que no se podría asumir como la de mejor comportamiento.

La variedad Leon3 presentó una media de 6.34 centímetros de grosor del tallo por planta y una desviación típica de 3.22, siendo este el dato más bajo en comparación con las otras variedades, por lo cual se asume que es la de mejor comportamiento ya que la variabilidad en los datos es menor que las otras y los datos más homogéneos.

Las variedad Leon2 presentó una media de 7.61 y una desviación típica de 3.80, y CETHA presentó una media de 5.74 y una desviación típica de 4.18 son las que obtuvieron buen comportamiento en cuanto a grosor del tallo después de la variedad leon3.

9.3.2.3 Ancho de hojas

Tabla 14. Ancho de las hojas

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	47	11,46	65,30	29,6109	11,07258
leon2	42	11,72	43,80	27,1143	8,64812
blpng03	42	7,42	40,20	23,3881	7,53483
cetha08	52	8,08	65,05	24,2081	14,16322
blsm128	48	6,75	58,40	28,8542	14,49820
leon3	48	8,10	43,22	24,3979	8,34705
sn2	48	,00	62,32	26,1206	14,58306
CETHA	48	7,57	49,70	20,3048	11,88150
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la investigación

La variedad que obtuvo la media más alta en cuanto al ancho de las hojas fue la variedad Blpng10 con una media de 29.61 centímetros y una desviación típica de 11.07 siendo este uno de los índices más altos en comparación con las otras variedades evaluadas, la desviación típica indica el índice de variabilidad presente en los datos, sin embargo aunque la variedad tenga la media más alta, tiene un índice de variación elevado por lo que no se podría asumir como la de mejor comportamiento.

La variedad Blpng03 presentó una media de 23.38 centímetros de ancho de las hojas por cada planta y una desviación típica de 7.53 siendo este el dato más bajo en comparación con las otras variedades, por lo cual asumimos que es la de mejor comportamiento ya que la variabilidad en los datos es menor que las otras y los datos más homogéneos.

Las variedades Leon3 presentó una media para el ancho de las hojas de 24.39 y una desviación típica de 8.34 y Leon2 presentó una media de 27.11 y una

desviación típica de 8.64 son las que obtuvieron buen comportamiento en cuanto al ancho de la hoja después de la variedad Blpng03.

9.3.2.4 Largo de hojas

Tabla 15. Largo de las hojas

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	48	13,76	70,10	32,5819	14,06404
leon2	42	13,74	50,90	30,2576	9,31018
blpng03	42	9,92	49,50	29,1840	9,38825
cetha08	54	11,02	72,10	28,9613	15,71795
blsm128	48	8,25	65,10	34,1448	16,11751
leon3	48	10,42	50,12	27,5696	9,47596
sn2	48	,00	69,31	31,4977	16,33559
CETHA	48	9,80	57,04	23,7558	13,12490
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la investigación.

El índice de área foliar permite conocer con exactitud la superficie de las hojas fotosintéticamente activas, las hojas realizan las funciones más importantes en las plantas debido a que por medio del proceso fotosintético convierten la energía lumínica en energía química, siendo este el medio de alimentación y nutrición para subsistir en el medio ecológico (Barrera & Suárez, 2011)

Es por esa razón que es importante conocer el área total de las hojas; mientras mayor sea el número de hojas y el tamaño de las mismas, mayor tasa fotosintética realizarán, permitiendo que la planta sobreviva a las condiciones del medio natural.

El cultivo de malanga por ser de porte bajo es ideal para evitar la erosión hídrica y eólica, debido al despliegue de sus hojas es perfecto para evitar la erosión por salpicadura; debido a que las dimensiones de sus hojas permiten un deslizamiento muy suave, y que el agua descienda despacio en el suelo, además impiden que los

rayos del sol impacten directamente sobre la superficie del suelo, manteniendo a niveles estables la humedad y reduciendo la pérdida del agua por evaporación (Enríquez & Mairena, 2011).

La variedad que obtuvo la media más alta en cuanto al largo de las hojas fue la variedad Sn2 con una media de 31.49 centímetros y una desviación típica de 16.33 siendo este el índice más alto en comparación con las otras variedades evaluadas, la desviación típica indica el índice de variabilidad presente en los datos, sin embargo aunque la variedad tenga la media más alta, tiene un índice de variación elevado por lo que no se podría asumir como la de mejor comportamiento.

La variedad león2 presentó una media de 30.25 centímetros de largo por planta y una desviación típica de 9.31 siendo este el dato más bajo en comparación con las otras variedades, por lo cual se asume que es la de mejor comportamiento, ya que la variabilidad en los datos es menor que las otras y los datos más homogéneos.

Las variedades Blpng03 presentó una media de 29.18 y una desviación típica de 9.38 y Leon3 presentó una media de 27.56 y una desviación típica de 9.47 son las que obtuvieron buen comportamiento en cuanto a largo de las hojas después de la variedad Leon2.

9.3.2.5 Hojas afectadas

Las enfermedades de las plantas reducen la variedad de plantas que pueden desarrollarse en una determinada zona geográfica al destruir a todas las plantas de ciertas especies que son muy susceptibles a una enfermedad (Agrios, 1996).

Tabla 16. Hojas afectadas

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
blpng10	48	,00	4,00	,6667	,83369
leon2	42	,00	1,00	,2143	,41530
blpng03	42	,00	2,00	,3095	,51741
cetha08	54	,00	1,00	,3519	,48203
blsm128	48	,00	2,00	,4167	,64687
leon3	48	,00	2,00	,3542	,52550
sn2	49	,00	2,00	,3673	,63554
CETHA	48	,00	3,00	,3958	,67602
N válido (según lista)	42				

Fuente: Resultados de la investigación.

La observación de que en muchas enfermedades las plantas afectadas muestran achaparramientos, crecimiento excesivo, tumores y otras anomalías de crecimiento llevó a muchos investigadores a buscar desequilibrios en los niveles de las sustancias que regulan el crecimiento (Agrios, 1996)

Los indicios de que una planta puede estar afectada por plagas o enfermedades están relacionados con alteraciones o anomalías en el desarrollo y crecimiento de la planta, el cual primeramente está determinado por la observación de estas afectaciones.

A principios de 1900, aparecieron los primeros estudios sobre la herencia de la resistencia a las enfermedades. En 1905, Biffen describió la herencia Mendeliana de la resistencia de dos variedades de trigo y su progenie a una roya. En 1911, Barrus demostró que existe variabilidad genética dentro de las especies de patógenos; es decir, existen diferentes razas de un mismo patógeno, las cuales están restringidas a ciertas variedades de una especie hospedante. Poco tiempo después Stakman en 1914, descubrió que dentro de una especie de patógenos existen razas fisiológicas que son morfológicamente idénticas pero que difieren en

su capacidad para infectar a una serie de variedades distintas de un mismo hospedante. Esto ayudó a explicar porque una variedad que era resistente en un área geográfica era susceptible en otra, porque la resistencia cambiaba de un año a otro y porque las variedades resistentes súbitamente se volvían susceptibles (es decir debido a que estaba involucrada una raza fisiológica distinta) (Agrios, 1996).

Según Agrios, (1996) tolerancia es la capacidad que tiene una planta para soportar los efectos de una enfermedad sin que muera, sufra daños serios o se pierda la cosecha y resistencia es la capacidad que tiene un organismo para superar, totalmente o hasta cierto grado, el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial.

En el estudio realizado con ocho variedades de malanga, para evaluar la variable tolerancia y resistencia que estas tienen ante el ataque de plagas y enfermedades, se tomó en consideración el número de hojas afectadas por planta. En la que la variedad Leon2 presentó una media de 0.21, la media más baja en comparación con el resto de variedades estudiadas y una desviación típica de 0.41 siendo este dato también el más bajo entre las otras, por lo cual obtuvo menos variabilidad.

La variedad Leon2 es la que obtuvo el menor número de hojas afectadas.

Según los muestreos realizados las variedades estudiadas no presentaron incidencia de enfermedades, ni ataque de plagas por lo cual considerando las definiciones planteadas por Agrios, (1996), mediante guía de observación y guía sintomatológica se demuestra que las variedades sometidas a estudios resultaron tolerantes y resistentes ante el ataque de plagas y enfermedades, ya que no se presentaron alteraciones morfológicas o anomalías relevantes que afectaran tanto el desarrollo como el crecimiento del cultivo, esto indica que las condiciones tanto edáficas como climáticas fueron aptas para que el cultivo se comportara de una manera positiva.

X. CONCLUSIONES

Se acepta la Hipótesis general, ya que las características fenotípicas así como el comportamiento agronómico, la tolerancia y resistencia en ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) estuvo determinada por las condiciones edafoclimáticas existentes en la Finca Buena Vista.

Se acepta la Hipótesis de investigación 1, ya que las condiciones edáficas y climáticas de la parcela en donde se estableció el estudio tuvieron efecto sobre las características fenotípicas y el comportamiento agronómico de ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*), el desarrollo de estolones por parte de algunas variedades de estudio es una de las pruebas de esta conclusión.

Las características fenotípicas de las ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) estuvieron determinadas por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista. Por lo que se acepta la Hipótesis investigación 2.

El comportamiento agronómico de las ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) evaluadas estuvo influenciado por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista. Por tanto se acepta la Hipótesis investigación 3.

Se acepta la Hipótesis investigación 4, ya que la tolerancia y resistencia ante el ataque de plagas y enfermedades en ocho variedades de malanga (*Colocasia esculenta*) estuvo determinada por las condiciones edafoclimáticas de la finca Buena Vista.

XI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores realizar análisis y estudios de suelos antes de la siembra del material vegetativo, a fin de determinar que los suelos sean propicios conforme los requerimientos que tienen las variedades de malanga evaluadas.

Se recomienda a los productores efectuar el manejo apropiado del cultivo y la incorporación de rastrojos para mejorar las condiciones de fertilidad del suelo.

Se recomiendan a los productores las variedades Leon2, Leon3 y Blpng03 como alternativas de producción y diversificación de cultivos, por ser las variedades que se comportaron de mejor manera en las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Se recomienda a los Docentes y estudiantes de las Ciencias Agrícolas realizar estudios de este tipo orientados a evaluar variedades que se pueden producir y comercializar, y evaluarlos en otras regiones que presenten diferentes condiciones edafoclimáticas ya que esto permitiría enfrentar de mejor manera los efectos del cambio climático.

XII. BIBLIOGRAFÍA

ADDAC. (2009). Análisis de la cadena de valor de la malanga. Matagalpa, Nicaragua.

AMUPNOR. (2012). *Asociación de Municipios Productivos del Norte. Matagalpa. Recuperado el 23 de octubre de 2014.* Consultado el 20 de junio de <http://www.amupnor.com/mat01>

Andrades, J., Delgado, F., & López, R. (2007). Estimación de la pedregocidad volumétrica del suelo, con base en el área de fragmentos de roca expuestos en un inceptisol de los Andes Venezolanos. *Revista Forestal Venezolana* , 219-229.

Agrios, G. N. (1996). Fitopatología. Massachusetts, Estados Unidos: Editorial Limusa S.A de C.V. Grupo Noriega Editores.

APAC. (2010). *Asociación Pueblos en Acción Comunitaria.* Obtenido de <http://www.apac.org.ni/Malanga/html/index.html>

Aráuz, S. A. (2013). *Inifom.gob.ni.* Obtenido de http://www.inifom.gob.ni/municipios/municipios_Matagalpa.html

Ascasubi, H. (2014). Infiltración en los suelos regados del Valle Bonoarense del Rio Colorado, Argentina. *XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas"* . San Andres, Bahia Blanca, Argentina: Universidad Nacional del Sur, San Andres.

Astudillo, R. J. (2013). Establecimiento y multiplicación in vitro de malanga coco (*Colocassia esculenta* L. schoth). Honduras, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Barrera, J., & Suárez, D. (2011). Análisis de crecimiento en plantas. *Laboratorio de fisiología y bioquímica general*. Colombia, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Brohier, M. (2005). *Plan de desarrollo del sistema productivo en la finca UNAN CUR Matagalpa*. Matagalpa.

Bustamante, S. N., & Hernández, S. A. (Septiembre de 2015). Morfología y rendimiento de 42 genotipos de malanga (*Colocasia spp.*) introducidos y naturalizados en Nicaragua, en el Centro de Investigación y Experimentación El Plantel-UNA, 2014. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Cano, V. F. (2011). Impacto socioeconómico del cultivo de la malanga (*Colocasia esculenta*) en las familias productoras del municipio de la Dalia periodo 2008-2009. Matagalpa, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Matagalpa.

CETREX. (2009). Centro de Trámite a las Exportaciones. *Exportaciones de Malanga 2000 a 2008, y de enero a septiembre del 2009*. Nicaragua.

CETREX. (2013). Centro de Trámite a las exportaciones. *Exportaciones de malanga 2010 a 2012, y de enero a Octubre del año 2013* . Nicaragua.

Chavarría, F. J. (2014). Módulo de Riego y Drenaje. Matagalpa, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

COVERCA. (2012). Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. *Monografía de la malanga* . Veracruz, Veracruz, México: Veracruz, Gobierno del Estado.

Elizondo, Silva, A. I. (2011). Manejo Integrado de Plagas en Malanga (*Colocassia* sp y *xanthosoma* sp), Yuca (*Manihot esculenta crantz*) y Boniato (*Ipomoea batatas* (L.) LAM). Managua, Nicaragua.

Enriquez Juárez, D. J., & Mairena Ubeda, E. N. (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. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Esau, K. (1998). Anatomía Vegetal I. California, Estados Unidos: Edición Revolucionaria.

FAO. (2007). Propiedades físicas del suelo. Consultado el 13 de julio del año 2015 de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>.

González, A. (2011). Conjunto tecnológico para la producción de Raíces y Tubérculos. Mayaguez, Puerto Rico: Recinto Universitario de Mayaguez.

IFA - FAO. (2009). Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. *Manual mundial del uso de los fertilizantes* , 632.

INC, C. I. (2004). Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. *El cultivo de la malanga coco (Colocasia esculenta)* . Managua, Nicaragua.

INETER. (2014). Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales. *Estación meteorológica* . Matagalpa, San Ramón, Nicaragua.

INIFOM. (1999). *Instituto Nicaraguense de Fomento Municipal. Recuperado el 23 de octubre de 2014. Obtenido de <http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MATAGALPA/Matagalpa.pdf>*

Mancero, L., & Cifuentes, W. (2009). Análisis de la cadena de valor de malanga, Rancho Grande, Matagalpa, Nicaragua. Matagalpa, Rancho Grande, Nicaragua: ADDAC - BRUCKE - Le pont.

Marín, Y., & Pauwelo, S. (2001). Hacia una modernización de la Región Central, PCAC. *El campesino Finquero - Tomo II* , 188.

Martínez, C. O., & Muñozcano, M. (2013). Paquete Tecnológico para el establecimiento de malanga. Santo Domingo, República Dominicana: Colección R.P Resultados de Proyectos.

Núñez, J. (2000). Fundamentos de Edafología. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

PASOLAC. (2005). Guía Técnica de conservación de suelos y agua. San Salvador, El Salvador: New Graphic, S.A. de C.V.

Reyes, G., & Aguilar , M. (2005). Guía Técnica. *Reproducción acelerada de semilla de quequisque (Xanthosoma spp) y malanga (Colocasia sp)* Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

Ramos, A., & Soriano, A. (2009). Anatomía y Morfología de especies ornamentales. Guadalajara, Mexico: Editorial Comunidades Unidas de Guadalajara.

Solano, de la Cruz, M. T. (2010). Aislamiento, caracterización e identificación de bacterias causantes de producción blanda en malanga (*Colocassia esculenta*). Veracruz, Xalapa de Enriquez, Mexico: Universidad Veracruzana, Facultad de Biología.

UNC. (2012). Universidad Nacional de Córdoba. *Determinación del contenido hídrico del suelo*. Córdoba, España: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

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

Zeledón, E. M. (2010). Caracterización del manejo post cosecha y comercialización del cultivo de malanga (*Colocasia esculenta*) en los municipios de Matagalpa y Tuma la Dalia, durante el primer semestre del año 2010. Matagalpa, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, FAREM Matagalpa.

Anexos

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de Campo



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN - FAREM Matagalpa.**

TOMA DE DATOS DE OCHO VARIEDADES DE MALANGA (COLOCASSIA ESCULENTA) EN LA FINCA BUENA VISTA DE LA COMUNIDAD DEL TEPEYAC, II SEMESTRE 2015

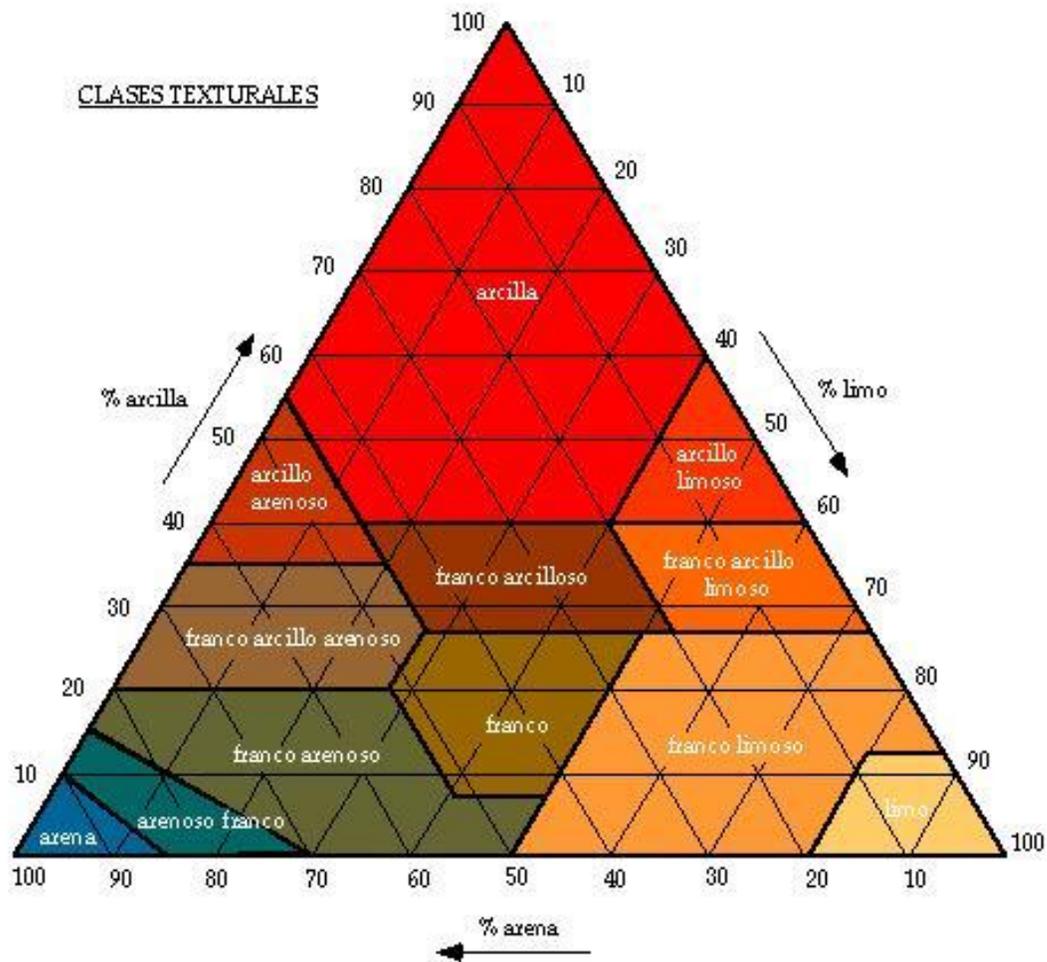
Actividad	Producto	Dosis	Frecuencia	Fecha	Instrumentos
Fertilización					
Control de malazas					
Aporques					
Plagas y enfermedades					
Levantamiento de datos					

Anexo 2. Cronograma de Actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MANEJO DEL CULTIVO											
N°	ACTIVIDADES	Feb,2015	Mar,2015	Abr,2015	May,2015	Jun,2015	Jul,2015	Ago,2015	Sep,2015	Oct,2015	Nov,2015
1	Reconocimiento del terreno	█									
2	Preparación del suelo	█									
3	Semilla		█								
4	Siembra		█								
5	Manejo de malezas			█	█	█	█	█	█	█	
6	Aporques			█	█	█	█	█	█		
7	Fertilización			█	█	█	█	█	█		
8	Plagas y enfermedades				█		█		█		
9	Levantamiento de datos		█	█	█	█	█	█	█		
ELABORADO POR LOS AUTORES											

Anexo 3

Triángulo de Lyon



Anexo 4

Fotografías de las pruebas de laboratorio para estimaciones de textura, densidad y porosidad.

Fotografía 1



Fotografía 2



Textura de los horizontes del suelo por sedimentación (Prueba de la botella)

Fotografía 3



Fotografía 4



Pruebas de granulometría

Fotografía 5



Fotografía 6



Calculo de la densidad del suelo por medio del principio de Arquímedes

Fotografía 7



Toma de datos

Fotografía 8



Recolección de datos de muestreo