

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

TRABAJO DE TESIS

TITULO:

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE PLANTAS DEL CLON DE QUEQUISQUE NUEVA GUINEA (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott), REPRODUCIDAS A TRAVES DE DOS TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN EN CONDICIONES DE EL VIEJO, CHINANDEGA.

AUTOR:

Br: ALEJANDRO JAVIER MARADIAGA PARRILES

ASESOR:

ING. AGR. MSc GUILLERMO REYES CASTRO

MANAGUA, SEPTIEMBRE DE 2002.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
INDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE TABLA	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
INICE DE FOTOGRAFIAS	vi
ANEXOS	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo.....	5
Hipótesis	5
II MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 Descripción de la zona.....	6
2.2 Descripción del experimento	7
2.3 Factor en estudio	7
2.4 Variables a evaluar	8
2.4.1 Variables morfológicas	9
2.4.1.1 Altura de plantas (cm)	9
2.4.1.2 Diámetro del pseudotallo (cm).....	9
2.4.1.3 Número de hojas	9
2.4.1.4 Numero de hijos.....	9
2.4.1.5 Área foliar (cm ²)	9
2.4.2 Variables de rendimiento	9

2.4.2.1	Número de cormelos por planta.....	9
2.4.2.2	Peso de cormelos por planta (g).....	9
2.4.2.3	Peso promedio de un cormelo (g).....	9
2.4.2.4	Largo del cormelo (cm).....	9
2.4.2.5	Ancho de cormelo (cm).....	10
2.4.2.6	Diámetro del corno principal (cm).....	10
2.4.2.7	Largo del corno principal (cm).....	10
2.4.2.8	Porcentajes de cormelos con la yema apical brotada.....	10
2.4.2.9	Porcentaje de cormelos con raíces.....	10
2.5	Presencia de enfermedades.....	10
2.5.1	Virus del mosaico del quequisque (D.M.V) siglas en inglés.....	10
2.5.2	Lesión foliar marginal (<i>Xanthomona campestris</i> pv <i>dieffenbachiae</i>).....	11
2.6	Análisis estadístico.....	13
2.7	Manejo agronómico.....	13
2.7.1	Preparación del terreno.....	13
2.7.1.1	Limpieza del terreno.....	13
2.7.1.2	Arado.....	13
2.7.1.3	Rastrillado.....	13
2.7.1.4	Gradeo y Nivelación.....	13
2.7.1.5	Surcado y hoyado.....	13
2.8	Preparación del Material de Siembra.....	14
2.8.2.1	Preparación del material de siembra.....	14
2.8.2.2	Método de siembra.....	14
2.8.3	Fertilización.....	14
2.8.4	Manejo de malezas.....	15
2.8.5	Deshije.....	15
2.8.6	Riego.....	15
2.8.7	Cosecha.....	15
2.9	Eventos fonológicos.....	16

2.9.1	Momento de cosecha.....	16
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1	Variables morfológicas	17
3.1.1	Altura de planta (cm)	17
3.1.2	Número de hojas	18
3.1.3	Grosor de pseudotallo (cm).....	20
3.1.4	Numero de hijos	21
3.1.5	Área foliar (cm ²)	23
3.2	Variables de rendimiento	25
3.3	Presencia de enfermedades	28
3.3.1	Virus de mosaico del quequisque (DMV)	28
3.3.2	Lesión marginal (<i>Xanthomona campestris</i> pv <i>dieffenbachiae</i>).....	30
3.4	Eventos fenológicos	31
3.4.1	Momento de cosecha.....	31
IV	Conclusiones	34
V	Recomendaciones	35
VI	Referencias	36
VII	Anexo	40

Índice de tablas

Tabla	Contenido	Pág.
1	Altura promedio (cm) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	18
2	Numero promedio de hojas por planta del clon de quequisque Nueva Guinea , obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	19
3	Grosor promedio(cm) de pseudotallo de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea, obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en el Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	20
4	Número promedio de hijos de plantas del clon quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	22
5	Promedio de área foliar (cm ²) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	24
6	Valores promedios de componentes de rendimiento de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	26

Índice de figuras

Figura	Contenido	Pág.
1	Precipitación (mm) y temperatura (°C) promedio registrada en la zona de El Viejo durante los meses que duró el ensayo. INETER, 1999.	6
2	Porcentaje de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, con síntomas del DMV, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	29
3	Porcentaje de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación infestadas con <i>Xanthomona campestris pv dieffenbachiae</i> establecidas en El viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	31
4	Área foliar promedio (cm ²) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	32
5	Porcentaje de cormelos con yema apical y raíces brotadas, en plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.	33

Índice de fotografías

Fotos	Contenido	Pág.
1-	Secciones de cormò utilizados en la propagación convencional de quequisque.	7
2-	Plantas de quequisque establecidas contenido en Arena como canteros sustrato.	8
3-	Hojas de quequisque con síntomas de (DMV) siglas en ingles.	11
4-	Hoja de quequisque con síntomas de la lesión foliar marginal. (<i>Xanthomona campestris</i> pv. <i>differnbachiae</i>).	12

Anexos

Anexo 1. Diseño de campo.....	41
Anexo 2. Zonas productoras al nivel nacional.....	42

Agradecimiento

A mis padres: Flor de María Parriles Prado y Alejandro José Maradiaga Romero, por el sustento económico y moral, pilar fundamental en la realización y culminación de mis estudios

A mis hermanos: Yessenia de Rosario, Bernardo José y Yader José Maradiaga Parriles por el apoyo moral y económico brindado en la realización de mis estudios

A mis familiares: Juan Thomas Parriles Prado, Alberto Maradiaga R, Maria Adilia Parriles P, Adilia Guadalupe y Andrea Abelina Baltodano Parriles influencia motivadora para la finalización de mis estudios

Al ingeniero Agr. Msc. Guillermo Reyes Castro por el apoyo técnico e intelectual brindado durante la realización de este trabajo

A mis compañeros de clase por brindarme su solidaridad y colaboración en la ejecución de este trabajo: Lazo, Pichardo, Medal, Arlin, Felipe, Acuña, El Cubano y Josefina Velásquez.

Alejandro Javier Maradiaga Parriles.

Dedicatoria

Dedico mi trabajo de tesis a cada una de las personas que a través de estos años me han brindado su apoyo, colaboración y confianza, lo que ha servido de estímulo para lograr culminar mi primer paso en el largo camino de la vida.

A mis Padres:

Flor de María Parriles Prado

Alejandro José Maradiaga Romero

A mis hermanos:

Yessenia del Rosario Maradiaga Parriles

Bernardo José Maradiaga Parriles

Yader José Maradiaga Parriles

A mis tíos

Alberto Maradiaga R

Juan Thomas Parriles Prado

Adilia Parriles Prado

A mi sobrino Jonathan José Trejos Maradiaga, símbolo de la nueva generación familiar

Alejandro Javier Maradiaga Parriles

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico, a través del análisis de las características morfológicas, fenológicas, de rendimiento y la presencia de enfermedades virales y bacterianas, de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas de dos técnicas de propagación (CRAS y CONV) y establecidas en condiciones El Viejo, Chinandega. El ensayo se estableció en esquema de diseño de bloques completo al azar, con 4 bloques de 2 tratamientos cada uno. El área de cada bloque fue de 101.61 m², el de la parcela experimental 50.80 m², para un área total del experimento de 446.75 m². La parcela estuvo conformada por 6 surcos, con 12 plantas cada uno (10.08 m de largo). La parcela útil (surcos intermedios 3 y 4) estuvo compuesta de 16 plantas; en las que se evaluaron los surcos intermedios a partir de la planta número 3 hasta la 10. La distancia de siembra fue de 0.84 m x 0.84 m entre surcos y plantas (14,457 plantas/ha). El ANDEVA realizado a las variables morfológicas demostró que las plantas CRAS reportaron los mejores resultados en la mayoría de las evaluaciones. Las plantas convencionales produjeron mayor número de hijos a los 60 y 90 dds, sin embargo a partir de los 120 dds ambos tratamientos fueron estadísticamente similares. Las plantas de ambas técnicas reportaron una tendencia marcada en disminuir los valores de las variables grosor de pseudotallo a los 180 dds y el número de hojas por planta a los 150 dds. Las plantas CRAS alcanzaron la máxima área foliar a los 150 dds y las plantas CONV a los 180 dds. Las plantas CRAS fueron estadísticamente superiores en el número de cormelos por planta, peso de cormelos por planta (206.07 qq/mz), talla del cormo, a las plantas convencionales (94.20 qq/mz). No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos en peso promedio de cormelo, longitud del cormelo, ancho de cormelo y grosor de cormo.. Las plantas CRAS presentaron al momento de cosecha cormelos con raíces (65.60 %) y con la yema apical brotada (72.89 %) lo que señala la precocidad de las plantas CRAS, en cambio las plantas convencionales registraron 7 % y 12 % de cormelos con raíces y la yema apical brotada respectivamente. Unido al hecho que los cormelos de estas plantas CRAS presentaron raíces (65.60 %) y yemas apicales brotadas (72.89 %) al momento de la cosecha lo que señala la precocidad de las plantas CRAS en relación con las plantas convencionales las que presentaron en los cormelos 7 % y 12 % de raíces y yemas apicales brotadas respectivamente. Las plantas CONV presentaron 44.44 % de plantas con síntomas del DMV y las plantas CRAS 33.38 % a los 120 dds; estos valores varían en cada fecha de evaluación. Las plantas propagadas convencionalmente registraron 14.93 % de plantas con síntomas de infección con la *mancha foliar marginal* a los 120 dds, en cambio las plantas CRAS presentaron los máximos valores (11.81 %) a los 180 dds.

I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) pertenece a la familia Aráceas, es una planta originaria de Las Antillas y América del Sur (Montalvo, 1983). Es una planta herbácea, suculenta, que alcanza una altura de 2 metros, sin tallos aéreos y con hojas de pecíolos largos, láminas verdes de forma oblonga, cordada. Las flores se producen en espádice unisexual (INTA, 2000).

En América el quequisque se cultiva en Venezuela, en las islas de El Caribe y en América Central principalmente en Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Estos países no registran incrementos significativos en su producción (MAGFOR, 2000).

Este cultivo prácticamente ha reemplazado a *Colocasia esculenta* conocida en el trópico húmedo de Nicaragua con el nombre común de malanga. Se estima que existen cerca de 40 especies de *Xanthosoma* nativas del trópico americano que se han cultivado desde épocas precolombinas (INTA, 2000).

El cultivo de quequisque es importante principalmente en las regiones tropicales del mundo que corresponden al trópico húmedo bajo. A pesar de su importancia a escala mundial en el istmo centroamericano no ha alcanzado aun reconocimiento como cultivo de gran potencial para incrementar la disponibilidad de fuentes energéticas como alimento animal y generador de divisas (Laguna *et al.*, 1983).

Según López *et al.*, (1995) las características agrícolas del quequisque (*Xanthosoma sp*) han contribuido al desarrollo de Cuba, hasta adquirir importancia económica, en este sentido se destacan los aspectos siguientes: un alto potencial de rendimiento (60 ton/ha); resistencia a plagas y enfermedades; tamaño extremadamente pequeño del grano de almidón (1 a 3 μm), lo que le permite que sea recomendado como dieta alimenticia por su alta digestibilidad.

En Nicaragua el quequisque ha sido considerado un cultivo de subsistencia, lo que explica su marginación, esta situación ha cambiado con la apertura de un mercado internacional aún no explorado a fondo por la producción nacional, con ello se presenta la alternativa de producir para la exportación y lograr mejoras en las condiciones de vida de los productores (Giacometti y León, 1992; Loza y Cruz, 2000).

A partir del ciclo 93-94 se iniciaron las primeras exportaciones de quequisque a los Estados Unidos, aunque gran parte de la producción nacional se vende a compradores extranjeros puesto en fincas al precio vigente en el mercado nacional (MAG; 1995). La oferta del quequisque de exportación nicaragüense está limitada por los volúmenes producidos en países con mejor tecnología y conocimiento de mercado; esto ocasiona inestabilidad en los precios y por consiguiente en el área cultivada, que en los últimos años se ha reducido de 3521 ha (5000 mz) a menos de 352.1 ha (500 mz) (INTA; 2000).

La mayor producción de quequisque se localiza en las zonas húmedas del país y lo cultivan pequeños y medianos productores de Nueva Guinea, El Rama y Río San Juan, y en áreas del Pacífico como Masaya, Carazo, Granada y Rivas. En los departamentos de León y Chinandega el cultivo se está proyectando con buenos resultados, donde se cultiva en áreas de 0.35 a 1.40 ha con rendimientos de 21.2 a 24.9 ton/ha (INTA, 2000 y MAGFOR, 2000).

La forma de reproducción de este cultivo es a través de su cormo, el cual es seccionado, conteniendo yemas axilares que darán origen a nuevas plantas. Este tipo de propagación garantiza la identidad y estabilidad genética de la descendencia. Sin embargo, a través de esta forma se pueden diseminar plagas y enfermedades, sobre todo la más importante las de tipo viral. Según Reyes (1996) esto ocurre en la mayoría de los casos, por que los clones utilizados en la siembra no han sido saneados y rejuvenecidos, lo que redundaría en la reducción de los rendimientos productivos a través del tiempo.

Entre los agentes causantes de infecciones encontrados en el material de siembra de quequisque en Nueva Guinea y El Rama se reportan los hongos *Corticium rolfii*, *Fusarium oxisporum*, las

bacterias *Pseudomonas solanacearum*, *Erwinia carotovora* pv. *atroséptica*, *Xanthomona campestris* e infecciones causadas por los nemátodos *Meloidogyne* sp y *Pratylenchus* sp (Montaldo, 1996; Góngora, 1997; García y Acuña 2000).

En Costa Rica se reporta la presencia del virus del mosaico de la malanga (Dasheen Mosaic Virus, DMV siglas en inglés) en 80 % de las plantaciones comerciales. En Nicaragua, según estudios realizados por Loza y Cruz (2000), Castillo (2000); Acuña (2000); los porcentajes de plantas infestadas de cultivares que se cultivan en Nueva Guinea y Masaya varían entre 88 y 93 %.

Según Rojas (1998), la presencia de este virus reduce entre un 45 y un 85 % la producción de quequisque con efecto detrimental de la calidad. Según Dottin (1997) en estudios realizados en Cuba el virus reduce el rendimiento en plantas propagadas convencionalmente en un 27-37 %.

Una de las inconvenientes a las cuales se ha enfrentado la siembra de quequisque en el país, ha sido la dificultad de obtener semilla libre de enfermedades. Al no contar con semilla sana, se utiliza semilla infectada obtenidas de otras áreas y con ello se diseminan estas enfermedades (Rojas, 1998; García y Acuña 2000).

La posibilidad de exportar quequisque y la perspectiva de mejorar sus ingresos hacen que muchos productores (principalmente en el trópico húmedo) traten de intensificar el cultivo dejando atrás las técnicas tradicionales que satisfacen el mercado local y el autoconsumo. Por lo anterior se hace necesario la generación de técnicas apropiadas para el cultivo a escalas mayores. Estas técnicas deben tratar de amortiguar el impacto negativo que puedan generar el cultivo intensivo de esta especie, especialmente en ecosistema frágiles como lo es el trópico húmedo (Marín *et al.*, 1994).

En los últimos años se han desarrollado técnicas de propagación que contribuyen a mejorar la calidad fitosanitaria y genética de los cultivos de propagación vegetativa: la técnica de propagación acelerada de semilla y la micropropagación a través del uso de la técnica de cultivo de tejidos vegetales.

La propagación en la cámara de reproducción acelerada de semilla (CRAS) es una técnica que consiste en seccionar el cormo en fracciones pequeñas conteniendo cada uno de estos una yema. Estas porciones pequeñas se establecen en substratos contenidos en canteros con condiciones favorables de humedad, fertilización, luz, sombra, con el objetivo de asegurar posturas sanas y homogéneas. Con esta técnica se garantiza mayor cantidad de plantas por cormo y con mayor calidad y homogeneidad con relación a las plantas obtenidas a través de la forma tradicional de propagación.

El género *Xanthosoma* es factible propagarlo aceleradamente, ya que puede multiplicarse por pequeñas fracciones, con tamaños de 2x2 cm o 2x3 cm, conteniendo cada sección yemas con un peso entre 10 y 20 g. El coeficiente de reproducción oscila entre 25 y 40 fracciones por cormo inicial y su rendimiento final en el campo es entre 125 y 200 semillas por cormo (López, *et al*; 1995).

Por su parte, la forma convencional de propagación es el método que el campesino utiliza tradicionalmente. Consiste en seccionar el cormo en tantos trozos como su tamaño lo permita. Los cormos que se utilizan generalmente son de diferente calidad y tamaño. Cada trozo de cormo contiene al menos una yema axilar. Raras veces se reporta la desinfección de la semilla y en la práctica existe una mezcla de semilla de calidad fitosanitaria heterogénea.

Según estudios realizados por García y Acuña (2000) las plantas obtenidas de la técnica de reproducción acelerada de semillas reportaron los mejores resultados en la mayoría de las variables morfológicas.

Con la realización del presente estudio se pretende alcanzar el siguiente objetivo

Objetivo:

- Evaluar el comportamiento agronómico de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea, obtenidas a partir de dos técnicas de propagación: convencional y CRAS, establecidas en condiciones de manejo ordinario del agricultor en el municipio de El Viejo, Chinandega.

Hipótesis

- Ho: Las plantas del cultivar de quequisque Nueva Guinea multiplicadas a través de dos técnicas de propagación no presentan diferencias entre sí, en cuanto a características morfológicas, fenológicas, presencia de enfermedades y de rendimiento en condiciones que utiliza normalmente el productor de El Viejo, Chinandega.
- Ha: Las plantas del cultivar de quequisque Nueva Guinea multiplicadas a través de dos técnicas de propagación presentan diferencias estadísticas en cuanto a características morfológicas, fenológicas, presencia de enfermedades y de rendimiento en las condiciones que utiliza normalmente el productor de El Viejo, Chinandega.

II MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción de la zona

El presente trabajo se desarrolló en marzo del año 200 en áreas de la Cooperativa Santa Ana del municipio de El Viejo, departamento de Chinandega. Las coordenadas geográficas del municipio El Viejo son: 12° 30' latitud norte y 87° 08' longitud oeste, con una altitud de 64 msnm. El clima es típico un bosque tropical seco, con temperaturas medias de 29.7 °C, precipitaciones de 1200 mm por año y humedad relativa promedio de 70 %. El suelo de textura franco arenoso, con poca pendiente, profundo y bien drenado (INETER, 1998).

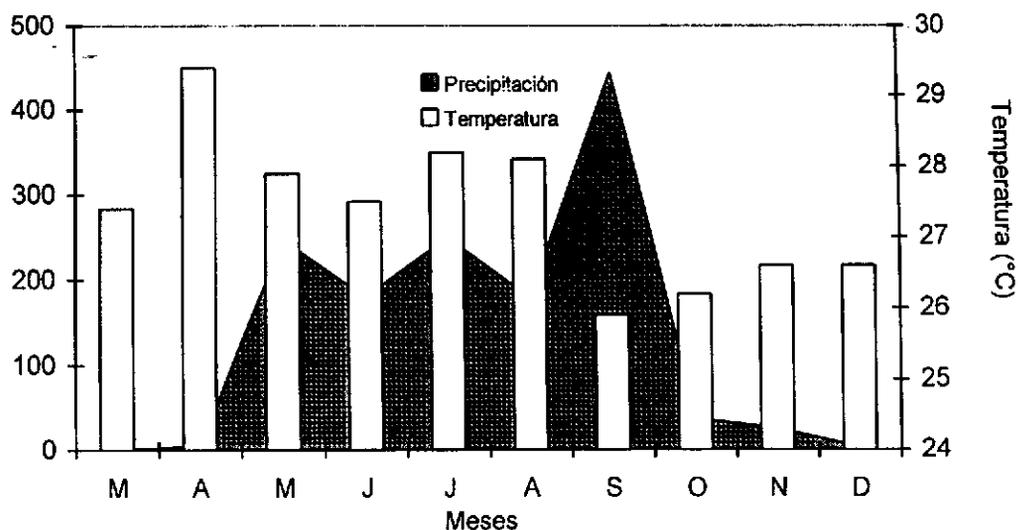


Figura 1. Precipitación (mm) y temperatura (°C) promedio registrada en la zona de El Viejo durante los meses que duró el ensayo. INETER, 1999.

2.2. Descripción del experimento

El ensayo se estableció utilizando el esquema del diseño de bloques completos al azar con 4 bloques; cada bloque contó con dos tratamientos. La distancia de siembra que se utilizó fue de 0.84 m entre plantas y 0.84 m entre surco (1 vara por 1 vara). La parcela experimental contó de 6 surcos, con 12 plantas cada uno (10.08 m de largo), para un total de 72 plantas por parcela experimental. El área de la parcela experimental fue de 50.80 m², el área del bloque de 101.61 m², y el área total del experimento de 446.75 m². La parcela útil se conformo con 16 plantas, en las que se evaluaron surcos intermedios (3 y 4), a partir de la tercera planta hasta la 10. El número de plantas por bloque fue de 144, por tratamiento 288 plantas y para un total de 576 plantas.

2.3. Factor en estudio

El factor evaluado en el estudio fue la procedencia del material de propagación, con 2 tratamientos: plantas propagadas a través de la técnica CRAS y plantas propagadas convencionalmente (CONV).

Plantas propagadas convencionalmente. El material utilizado se colectó en áreas de una finca de un productor de quequisque seleccionado al azar en la comunidad Yolaina, 10 km. al sur de la ciudad de Nueva Guinea. Los cormos tenían diferentes tamaños, por lo que el número de trozos/cormo obtenidos para semilla varió. Generalmente se obtuvieron entre 6-8 trozos con más de una yema cada uno.



Fotos 1 Secciones de cormos utilizados en la propagación convencional de quequisque.

Plantas obtenidas de la técnica reproducción acelerada de semilla (CRAS). Los cormos con los que se inició la propagación tuvieron el mismo origen y calidad inicial que los cormos utilizados para obtener las plantas propagadas convencionalmente. Para generar las plantas se empleó la metodología y procedimientos utilizados por Gómez (2000). Los cormos fueron seleccionados, fraccionados en trozos conteniendo una yema y un tamaño aproximado de 2x2 y 2x3 cm de largo y ancho conteniendo una yema bien seleccionada del cormo, con un peso aproximado de cada sección de 10-20 g (López *et al.*, 1995 y Gómez 2000). Los trozos de cormos fueron desinfectados y establecidos en un cantero de bloques de concreto, conteniendo como sustrato arena de construcción. El régimen de riego y fertilización se realizaron de acuerdo a la metodología previamente señalada. Un mes después las plantas fueron transplantadas a bolsas de polietileno con tierra, donde permanecieron por un período de un mes, cuando ya estuvieron aptas para su establecimiento en el campo. Con la técnica CRAS se logra un coeficiente de multiplicación que oscila entre 25-40 fracciones/plantas por cormo.



Foto 2. Plantas de quequisque establecidas en canteros contenidos de arena como sustrato.

2.4. Variables a evaluar

Se realizaron siete evaluaciones de las variables morfológicas y tres de presencia de enfermedades con una periodicidad de 30 días. Al momento de cosecha se evaluaron los componentes principales del rendimiento. Con los datos generados de algunas variables morfológicas y de rendimiento se realizó el análisis del momento de cosecha de las plantas.

2.4.1. Variables morfológicas

2.4.1.1. Altura de planta (cm). Esta se evaluó en cm, a partir de la base del pseudotallo hasta la parte de inserción del pecíolo con la hoja de mayor altura de la planta madre.

2.4.1.2. Número de hojas. Es el conteo del total de hojas activas en la planta madre.

2.4.1.3. Diámetro del pseudotallo (cm). Se efectuó con un calibrador de grosor, midiendo el diámetro del lugar de inserción de las vainas de las hojas con el cormo.

2.4.1.4. Número de hijos. Es el conteo del número de vástagos originados a partir de la planta madre.

2.4.1.5. Área foliar (cm²). Se seleccionó la hoja de mayor altura en la planta principal. El largo de la hoja se evaluó desde el punto de inserción del pecíolo con la lámina foliar hasta el ápice de la hoja. El ancho de la hoja se midió considerando la parte más ancha que hacían los lóbulos de las hojas extendidas. Los datos obtenidos del largo y el ancho de la hoja fueron luego multiplicados por 1.48, factor de corrección sugerido por Morales (1987).

2.4.2. Variables de rendimiento

2.4.2.1. Número de cormelos por planta. Consistió en el conteo del número de cormelos producidos por las plantas de la parcela útil, luego se procedió a obtener el promedio por planta.

2.4.2.2. Peso de cormelos por planta (g). Al total de cormelos obtenidos por planta se les calculó su peso correspondiente.

2.4.2.3. Peso promedio de un cormelo (g). Se calculó el peso promedio de un cormelo, mediante la relación del peso total de cormelos/planta y el número de cormelos/planta.

2.4.2.4. Largo de cormelo (cm). Para lo cual se evaluaron 2 a 3 cormelos representativos por planta.

2.4.2.5. Ancho de cormelo (cm). Se evaluaron 2 a 3 cormelos representativos por planta. Se utilizó un calibrador de grosor.

2.4.2.6. Diámetro del corno principal (cm). Una vez cosechada la planta se procedió a medir el diámetro del corno principal.

2.4.2.7. Largo del corno principal (cm). Se evaluó desde la base del corno hasta el corte que se hizo con machete para desprender lo que quedaba del pseudotallo.

2.4.2.8. Porcentaje de cormelos con la yema apical brotada. Es el conteo del número de cormelos que presentaron la yema apical brotada al momento de cosecha.

2.4.2.9. Porcentaje de cormelos con raíces brotadas. Para este parámetro se contabilizó el número de cormelos que presentan raíces brotadas.

2.4.1. Presencia de enfermedades

2.5.1. Virus del Mosaico del quequisque (DMV) siglas en inglés

El virus en las plantaciones de quequisque en la región de Centro América y El Caribe es el virus del mosaico del quequisque (DMV). Según Ramírez (1985) citado por INTA (2000) el virus manifiesta diferentes sintomatologías:

- Clorosis severas en las hojas que toman apariencia como plumas blancas.
- Mosaico que consiste en grandes áreas levemente cloróticas.
- Clorosis generalizada en las áreas intervenales acompañada de deformación foliar fuerte.



Foto 3. Hoja de quequisque con síntomas (DMV) siglas en ingles.

Para determinar la presencia del DMV en las plantas provenientes de las dos técnicas en estudio se realizaron tres evaluaciones distribuidas durante el ciclo del cultivo. Los conteos visuales se efectuaron a los 60, 120 y 180 dds. Los conteos se realizaron tomando en cuenta todas las plantas de las parcelas por tratamientos.

Se realizaron tres conteos visuales de plantas que presentaban los síntomas a los 60, 120 y 180 días después de la siembra (dds).

El porcentaje de plantas con síntomas del DMV se calculó considerando el número de plantas con hojas con síntomas, dividido entre el número de plantas totales incluidas en el muestreo y luego multiplicado por cien.

$$P = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas con hojas con síntomas del DMV}}{\text{N}^{\circ} \text{ de plantas totales muestreadas}} \times 100$$

2.5.2. Lesión Foliar Marginal (*Xanthomona campestris* pv. *dieffenbachiae*).

La bacteria de mayor importancia se reporta atacando las plantaciones de quequisque es la *Xanthomona campestris* pv *dieffenbachiae* (Pammel) Dowson. Los síntomas en el follaje se caracterizan por afectaciones o lesiones necróticas de color marrón en forma de "V" en los bordes

de las hojas y en la parte central afectaciones de color amarillo en los estadios posteriores. En el envés de la hoja se puede observar los exudados con aspecto mucoso de color amarillo ocasionado por la bacteria.



Foto 4. Hoja de quequisque con síntomas de la lesión foliar marginal (*Xanthomona campestris* pv. *differnbachiae*).

Para la presencia de la bacteria en el ensayo, se realizaron tres evaluaciones sobre las plantas provenientes de las dos técnicas de propagación durante el ciclo del cultivo. Los conteos visuales se efectuaron a los 60, 120 y 180 dds.

Se evaluó la presencia de esta enfermedad tomando en cuenta el número de plantas con hojas que presentan el síntoma dividido entre el número plantas incluidas en el muestreo por cien.

$$P = \frac{\text{N}^\circ. \text{ de plantas con síntomas de la LMF}}{\text{N}^\circ. \text{ de plantas totales muestreadas}} \times 100$$

2.6. Análisis estadístico

Una vez registrado los datos de las variables morfológicas, altura de planta, grosor del pseudotallo, número de hijos, número de hojas, área foliar, así como los componentes de rendimiento: número de cormelos/pta, largo y grosor de cormelo, peso de cormelos/pta, peso promedio de un cormelo, diámetro y largo del corno principal, se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar si había diferencias estadísticas entre los tratamientos, de igual manera se realizó la separación de medias por medio de la prueba de rangos múltiples de Tukey. Para los datos obtenidos de las evaluaciones de presencia de enfermedades (bacterianas y virosas) se presentan en porcentaje.

2.7. Manejo agronómico

2.7.1. Preparación del terreno. Las actividades de presiembra fueron.

2.7.1.1. Limpieza del terreno. Se eliminaron los materiales y restos de plantas de mayor tamaño presentes en el área para facilitar las labores siguientes.

2.7.1.2. Arado. Se ejecutaron dos pases de arado de tal manera que voltease el prisma del suelo a una profundidad de 25-30 cm, logrando que coincidiesen perpendicularmente, con el objetivo de disminuir la incidencia de malezas y mullir el suelo.

2.7.1.3. Rastrillado. Se realizó un pase de rastrillo para la respectiva eliminación de rastrojos dejados por la labor anterior.

2.7.1.4. Gradeo y nivelación. Esta labor se ejecutó acoplado a la grada una barra de hierro y arrastrarla a lo largo del área; de esta manera se aseguraba un brote uniforme de las semillas.

2.7.1.5. Surcado y hoyado. Se realizó manualmente, utilizando un azadón y cinta métrica, procurando que la profundidad del surcado fuese de 7 a 10 cm para la semilla convencional y para CRAS una profundidad de 10 a 15 cm y una distancia entre surco de 0.84 m.

2.8. Preparación del material de siembra

Propagación Convencional (CONV): Los cormos seleccionados del cultivar del Nueva Guinea se seccionaron a fin de obtener la semilla necesaria para establecerse en el ensayo. Los trozos tenían de 6 a 8 cm de largo y de 4 a 6 cm de ancho, portando de dos a tres yemas. Estas semillas fueron desinfectadas con el producto funguicida-bactericida BUSAN 2-(thiocyanomethylthio) benzothiazole (TCMTB) a razón de 1ml por litro de agua, esto en dependencia a la cantidad de semilla a obtener; luego las semillas fueron sumergidas en la solución por un período de un minuto y posteriormente secado el material bajo sombra.

Propagación CRAS: Estas plantas fueron obtenidas bajo metodologías desarrolladas en el Programa Recursos Genéticos Nicaragüense (REGEN) de la Universidad Nacional Agraria, Managua por Gómez (2000). Las plantas originadas de la técnica CRAS fueron trasladadas al campo después de permanecer un mes en cantero y un mes en bolsas de polietileno. Las plantas tenían un diámetro del tallo de entre 2 y 3 cm y entre 10 a 15 cm de altura y con al menos tres hojas debidamente formadas.

2.8.1. Método de siembra

La siembra se realizó de manera similar a la empleada en la zona, la semilla se coloca con las yemas invertidas al suelo, con ello se pretende acelerar la emisión de raíces y mejorar el anclaje de la planta. Sobre la semilla se dispone una capa de suelo de dos a tres cm de espesor. Las plantas CRAS fueron establecidas directamente en el campo con una altura entre 25-30 cm y con al menos 3 hojas. El hoyado se realizó con azadones.

2.8.2. Fertilización

Se realizaron 4 fertilizaciones a lo largo del ciclo del cultivo a razón de 2 qq/mz (129.38 kg/ha) la primera fertilización de fondo al momento de la siembra con fertilizante completo (15-15-15), una segunda a los 35 días de emergida la planta con Urea 46 %, coincidiendo con el primer aporque y segunda limpia La tercera fertilización se realizó a los 70 días de emergida la planta

con potasio 0-0-60 y una cuarta fertilización a los 90 días de emergida la planta con urea 46 %, coincidiendo con la cuarta limpia.

2.8.3. Manejo de malezas

El primer control de maleza se realizó a los 12 dds realizando un caseo con machete, el segundo control de malezas se realizó a los 35 días coincidiendo con la segunda fertilización y el primer aporque, lo cual se realizó con azadones.

El tercer control de malezas se realizó a los 70 días (caseo), coincidiendo con la aplicación de potasio y la cuarta limpia a los 90 días de tal manera que convergiera con la cuarta fertilización. Los posteriores controles se llevaron a cabo según la incidencia de malezas hasta la cosecha.

2.8.4. Deshije

No se realizó ningún control del ahijamiento de las plantas de manera planificada, a no ser por el efecto inhibitor por el control y/o postergación de la aparición y desarrollo que de manera natural realizan los aporques (35 dds) sobre la producción de vástagos.

2.8.5. Riego

El suministro de agua fue garantizado por un sistema de riego por goteo establecido a lo largo del ensayo, el régimen de irrigación de acuerdo a la necesidad del cultivo y el grado de humedad del terreno. La frecuencia de riego así como su intensidad disminuyeron en los últimos dos meses cercanos al momento de la cosecha.

2.8.6. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual a los 9 meses después de la siembra, como tradicionalmente lo realizan los productores. Esta actividad se determinó considerando los índices: ciclo vegetativo de 9 meses en la producción de cormelos, amarillamiento generalizado del follaje principalmente las hojas y el cuarteado o agrietamiento del suelo. Estos criterios son

válidos y no indiferentes para los productores de quequisque en la zona, que consideran que este es momento cuando los cormelos han alcanzado la cosecha. Esta actividad se realizó en diciembre del año 2000.

2.9. Eventos fenológicos

Una vez finalizado el ensayo y analizado el comportamiento de las variables morfológicas, se dispuso al estudio de los eventos fenológicos con el objetivo de determinar si alguno de los grupos de plantas provenientes de las 2 técnicas evaluadas desarrolló rápidamente y obtuvo su producción en menor tiempo. Para el análisis de los eventos fenológicos se evaluó el momento de cosecha.

2.9.1. Momento de cosecha

Para estos efectos se consideraron las características morfológicas: área foliar en las dos técnicas de propagación durante las siete evaluaciones. El análisis de la variable una vez terminado el ensayo podría indicar diferencias entre las técnicas en cuanto a la duración del ciclo vegetativo; y además podría servir como parámetro de diferenciación que ayudase a definir, para futuros estudios, el momento de cosecha para las plantas provenientes de cada técnica. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60, 90, 120, 150, 180 y 210 dds.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1, 2, 3, 4 y 5, se presentan los valores promedios de las variables morfológicas registradas en 7 evaluaciones: altura de planta (cm), número de hojas, diámetro del pseudotallo (cm), número de hijos por planta y área foliar (cm²). En la tabla 6 se presentan los valores promedios de los componentes del rendimiento: número de cormelos por planta, peso total de cormelos por planta (g), peso promedio de un cormelo (g), largo de cormelo (cm), grosor de cormelo (cm), diámetro del cormo principal (cm), largo del cormo principal (cm), porcentaje de cormelos con la yema apical brotada y porcentaje de cormelos con raíces. En las figuras 2 y 3 se detallan la presencia del DMV y de la bacteria *Xanthomona campestris* pv *dieffenbachiae* en plantas de ambas técnicas de propagación.

3.1. Variables morfológicas

3.1.1. Altura de planta (cm)

A excepción de los datos generados de las evaluaciones realizadas a los 60, 150 y 180 dds en las restantes evaluaciones se reportaron diferencias estadísticas significativas a favor de las plantas CRAS. Estos resultados coinciden con los reportados por García y Acuña (2000) donde las plantas CRAS reportaron alturas promedios mayores en comparación con las plantas convencionales e *in vitro*.

La altura de planta mantuvo una tendencia sostenida a aumentar hasta los 180 días después de la siembra. A los 210 dds ambos tipos de plantas no experimentaron aumento. Los máximos valores se reportaron a los 210 días después de la siembra (7 meses) para ambas técnicas. La traslocación de nutrientes hacia la parte subterránea de la planta, que se manifiesta con la aparición de una necrosis generalizada en las hojas de las plantas, impidió realizar otra evaluación más. De acuerdo con López *et al.*, (1995) la altura máxima de las plantas de quequisque se alcanza en las hojas que oscilan de la posición 16 a 20 con un período de crecimiento entre los 180 y 250 días después de la siembra. Para Wilson (1984) la altura máxima de planta se alcanza a los 7 meses

después de la siembra, decreciendo hasta la cosecha, que se realiza más o menos 3 meses después.

Tabla 1. Altura promedio (cm) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.

Técnicas de propagación	Días después de la siembra						
	30	60	90	120	150	180	210
CRAS	29.28 a	49.7 a	101.5 a	150.0 a	184.8 a	213.0 a	215.7 a
CONV	20.02 b	41.8 a	83.2 b	124.9 b	158.8 a	197.5 a	197.2 b
ANDEVA	**	ns	*	*	ns	ns	*
C.V %	2.71	18.31	5.76	5.9	7.63	5.40	3.51
R ²	0.99	0.45	0.90	0.88	0.78	0.76	0.88

Promedios precedidas de letras iguales no difieren entre si estadísticamente, según prueba de rangos múltiples de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

3.1.2. Número de hojas

Las plantas CRAS registraron siempre los mayores valores de números de hojas, siendo estadísticamente superiores a las plantas convencionales en las dos primeras evaluaciones. Además las plantas CRAS registraron promedios similares a las convencionales, pero relativamente superiores desde la tercera a la séptima evaluación. El número de hojas se mantuvo en aumento hasta los 120 dds para la técnica CRAS y hasta los 150 dds para la convencional. Coincidiendo con el período de crecimiento del cultivo, a partir de esa fecha la frecuencia de emisión del número de hojas se detiene, dando paso al traslado de asimilatos y nutrientes que el cultivo realiza desde las hojas al pseudotallo y de éste hacia los cormelos. En este sentido López *et al* 1995) señala que la materia seca de la hoja comienza a declinar a partir del máximo

desarrollo foliar, dicha declinación es atribuida en parte al traslado de nutrientes desde la hoja al pseudotallo.

Tabla 2. Número promedio de hojas por planta del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo Chinandega, ciclo 2000-2001.

Técnicas de propagación	Días después de la siembra						
	30	60	90	120	150	180	210
CRAS	4.33 a	4.97 a	6.58 a	7.01 a	6.655 a	6.66 a	4.70 a
CONV	1.99 b	3.90 b	5.20 a	6.58 a	6.705 a	6.20 a	4.75 a
ANDEVA	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
CV %	11.05	5.95	18.60	3.94	1.25	6.89	6.17
R ²	0.97	0.92	0.68	0.79	0.64	0.60	0.69

Promedios precedidas de letras iguales no difieren entre si estadísticamente, según prueba de rangos múltiples de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

El ritmo de emisión de las hojas es de 5-8 días aproximadamente; en los meses de alta humedad relativa más del 80 %, alta humedad del suelo y temperatura entre 25 y 30 °C. Este ritmo se puede prolongar a medida que disminuyan estos factores. Un factor que influye negativamente de forma marcada en la emisión de las hojas en la planta es el fertilizante, en especial cuando la planta presenta síntomas de insuficiencia de nitrógeno. La planta principal de un plantón puede emitir en un año de 25-35 hojas aproximadamente (López *et al.*; 1995).

El hecho que en una evaluación se registre un número determinado de hojas y en la siguiente evaluación este valor disminuya y posteriormente suba, está relacionado a la diversidad en el número de hojas por planta durante su desarrollo y al ciclo de vida de una hoja oscila entre 30 y 62 dds, se coincide con lo reportado por Wilson (1984), citado por Marin *et al* (1994), quien afirma que el número de hojas es más variable entre el tercero y séptimo mes; además establece

que dicho comportamiento va a estar en dependencia del cultivar y el manejo del mismo. Similares resultados fueron encontrados por Acuña y Garcia (2000) en las plantas provenientes de tres técnicas de propagación, las que mostraron números de hojas alternantes de manera independiente, es decir no hubo tendencia constante a aumentar o disminuir el número de hojas. Es probable que la persistencia de la hoja en la planta, la cual tiene un ciclo entre 35-60 días, haya sido la causa de este fenómeno.

3.1.3. Grosor de pseudotallo (cm).

Las plantas CRAS registraron los mejores resultados en todas las evaluaciones realizadas y fueron estadísticamente superiores a los 60 y 90 dds. Se registró una tendencia sostenida de aumento de grosor del pseudotallo hasta los 180 días después de la siembra, donde se alcanzan los mayores valores en ambos tratamientos. Posteriormente los valores decrecen, debido a que la planta ha iniciado el traslado masivo de sustancias producidas en las partes aéreas hacia el tallo subterráneo.

Tabla 3. Grosor promedio (cm) de pseudotallo de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea, obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.

Técnicas de propagación	Días después de la siembra						
	30	60	90	120	150	180	210
CRAS	1.974 a	3.80 a	7.93 a	11.81 a	11.96 a	15.14 a	14.05 a
CONV	1.558 a	2.70 b	6.06 b	10.14 a	11.34 a	14.26 a	13.85 a
ANDEVA	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
C.V %	11.03	13.34	9.17	8.01	3.22	8.11	9.32
R ²	0.81	0.85	0.86	0.784	0.85	0.52	0.79

Promedios precedidas de letras iguales no difieren entre si estadísticamente, según prueba de rangos múltiples de tukey a un $\alpha = 0.05$.

Coincidiendo con lo planteado por García y Acuña (2000) las plantas convencionales logran el mayor grosor del pseudotallo a los 180 días después de la siembra, para posteriormente reducir sus valores.

Conociendo que el pseudotallo se origina a partir del conjunto de hojas envainadoras actuando como reservorio o intermedio entre éstos y el corno y que una baja humedad disminuye el período de declinación del área foliar, es posible afirmar que la tendencia decreciente expresada en esta variable se debió a la escasa humedad a que fueron sometidas las plantas de ambos tratamientos en los meses previos a la cosecha.

Según López *et al.* (1985) la materia seca en los pseudotallos aumenta considerablemente hasta los 5 y 6 meses en la planta madre. A partir de esta edad comienza a disminuir, probablemente a causa de traslado de sustancia de reserva de estos órganos hacia los cormos, que crecen con rapidez a medida que reduce la materia seca en los pseudotallos.

3.1.4. Número de hijos

Las plantas CRAS y convencionales no presentaron diferencias estadísticas en ninguna de las evaluaciones realizadas. El mayor número de hijos se registró a los 150 días después de la siembra para ambas técnicas respectivamente, con una tendencia posterior a disminuir. En la primera evaluación 30 dds no se registro número de hijos para ambos tratamientos posiblemente al estado fisiológico de las yemas de los cormos, por lo que no se realizó el ANDEVA para estas evaluaciones.

En la segunda y tercera evaluación las plantas convencionales registraron mayor número de hijos (0.015 y 0.078 hijos/pta). Las condiciones antes de la siembra a las que fueron expuestos los cormos madres influyen sobre la rapidez y evolución de la plantación; es decir la fase de incubación del corno madre influye en la inducción de hijos en los cormos (López *et al.*, 1995).

Tabla 4. Número promedio de hijos de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, Ciclo 2000-2001.

Técnicas de propagación	Días después de la siembra						
	30	60	90	120	150	180	210
CRAS	0.000 a	0.015 a	0.078 a	0.422 a	1.03 a	0.66 a	0.55 a
CONV	0.000a	0.156 a	0.172 a	0.234 a	0.25 a	0.23 a	0.15 a
ANDEVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V %	0.000	7.40	80.68	80.40	62.89	80.74	93.46
R ²	0.000	0.84	0.61	0.49	0.76	0.63	0.76

Promedios precedidas de letras iguales no difieren entre si estadísticamente, según prueba de rangos múltiples de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

El material convencional utilizado para la siembra del ensayo fue sometido a un período largo de almacenamiento que pudo provocar el estímulo de brotación de las yemas, previo al establecimiento del ensayo y siembra en la parcela experimental. En esto se coincide con lo planteado por Soto y Arze (1986) quienes señalan que sobre la emergencia influye directamente el número y estado fisiológico de las yemas de los cormos.

Sin embargo, las plantas CRAS registraron mayor número de hijos (0.422) a partir de los 120 días después de la siembra. Los valores de número de hijos disminuyen en ambos tipos de plantas a partir de los 150 días después de la siembra, lo que indica que la traslocación de los nutrientes hacia las partes subterráneas de la planta, también afecta la producción de vástagos. Por otro lado, el período de mayor crecimiento y desarrollo de la planta ocurre entre los 120-180 días por lo que las plantas vástagos no tienen capacidad para competir por agua, nutrientes y luz en relación con la planta madre y es por eso que a partir de los 150 dds, disminuye el número promedio de hijos/pta, relacionado también con la traslocación activa de nutrientes de las partes aéreas a las subterráneas de las plantas.

En las plantas CRAS la dominancia de la yema apical inhibe el desarrollo de las yemas laterales, coincidiendo por lo planteado por García y Acuña (2000). En el caso de las plantas CRAS, el efecto de la dominancia parece ser determinante para evitar la brotación de las yemas laterales de los cormos, por lo que su ahijamiento fue constante y bajo a lo largo del ciclo vegetativo de las plantas. Las plantas CRAS fueron llevadas a condiciones de campo a una altura determinada, a lo que es lo mismo decir, con la yema apical con un desarrollo dominante y bloqueador del desarrollo de las yemas laterales.

3.1.5. Área foliar (cm²)

En las tres primeras evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos a favor de las plantas CRAS. Aunque estas diferencias no se mantuvieron de la cuarta a la séptima fecha de evaluación. De manera general las plantas CRAS siempre mantuvieron los valores más altos durante el ciclo del cultivo.

Para López *et al;* (1995) los valores máximos de área foliar se registran a los 180 días después de la siembra y la mayor área foliar se alcanza en las hojas que oscilan entre la posición 16 a 20. La planta madre alcanza su máximo desarrollo foliar a los 4 meses, Sin embargo, los datos colectados en el presente estudio indican que los mayores valores de área foliar se alcanzaron a los 150 dds para las plantas CRAS, 180 dds las convencionales.

Tabla 5. Promedio de área foliar (cm²) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega. Ciclo 2000-2001.

Técnicas de propagación	Días después de la siembra						
	30	60	90	120	150	180	210
CRAS	331 a	1190 a	3106 a	4685 a	5843 a	5829 a	5731 a
CONV	194 b	810 b	2016 b	3541 a	5060 a	6414 a	4760 a
ANDEVA	*	*	*	ns	ns	ns	ns
C.V %	19.10	9.77	12.72	12.52	8.91	17.91	13.66
R ²	0.86	0.92	0.89	0.80	0.84	0.67	0.78

Promedios precedidos de letras iguales no difieren entre sí estadísticamente, según prueba de rangos múltiples de Tukey a un $\alpha = 0.05$.

Se coincide con lo planteado por Wilson (1984), quien afirma que la máxima área foliar ocurre entre el quinto y sexto mes después de la siembra. Después del máximo desarrollo, el área foliar decrece hasta el momento de cosecha. Sin embargo, los datos colectados por García y Acuña (2000) los mayores valores de área foliar para la técnica CRAS, convencional e *in vitro* se alcanza entre los 210 dds (1651, 1202, 619 cm²) y 240 dds (1701, 1261, 738 cm²) respectivamente en ensayo realizado en condiciones de Masaya.

Según Wilson (1984) citado por Marin *et al* (1994) existe una correlación altamente significativa entre el área foliar y rendimientos de cormos y cormelos en *Xanthosoma* sp. de plantas desarrolladas en zonas húmedas y secas. Similar conclusión tiene Rojas (1998) quien afirma que el área foliar tiene una relación directa con la producción de cormelos, debido a su acción en el proceso de fotosíntesis.

3.2. Variables de rendimiento

Las variables peso promedio de cormelo, longitud de cormelo, ancho cormelo y grosor de corno mostraron similitud estadística entre las dos técnicas en estudio, con excepción del peso de cormelos por planta y número promedio de cormelos por planta y largo del corno donde las plantas CRAS fueron estadísticamente superiores.

Las plantas de la técnica CRAS registraron valores de número de cormelos por planta (6.86) tres veces superiores que las registradas en las plantas convencionales (2.25). Además los valores de peso total de cormelos/pta reportados por las plantas CRAS son dos veces superiores a las reportadas por las plantas convencionales. Según Yamaguchi (1983), citado por Marín *et al.*; (1994) el número de cormelos en quequisque puede llegar a 10 o más (tabla 6).

Considerando la densidad poblacional (10,158 ptas/mz o 14,457 ptas/ha) y el peso promedio de cormelos por planta se pueden obtener rendimientos de 206.07 qq/mz (13,331.24 kg/ha) para la técnica CRAS y 94.20 qq/mz (6,093.67 kg/ha) para las plantas convencionales, los que son rendimientos considerablemente favorables a las plantas CRAS.

En ambas técnicas el peso registrado por los cormelos fue superior a lo reportada en la clasificación de Valverde *et al.*; (1996) quienes establecen un peso promedio de entre 30-100 g para cormelos comerciales y no exportables

Tabla 6. Valores promedio de componentes de rendimiento de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega, ciclo 2000-2001.

Técnicas	Componentes del rendimiento										
	Cormelo						Cormo		Rendimiento		
	# por pta	Peso total promedio por pta (g)	Peso promedio de un cormelo (g)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Yema apical brotada (%)	Raíces (%)	Grosor (cm)	Largo (cm)	Kg/ha.	qq/mz
CRAS	6.86 a	921 a	134.26 a	15.33 a	6.35 a	72.89	65.60	13.65 a	20.84 a	13,331.24	206.07
CONV	2.25 b	421 b	187.11 a	12.69 a	4.75 a	12.00	7.00	12.71 a	17.32 b	6,093.67	94.20
ANDEVA	*	*	ns	ns	ns	-	-	ns	*	-	-
C.V	26.50	19.56	46.16	10.39	17.45	-	-	6.44	8.14	-	-
R ²	0.91	0.91	0.54	0.71	0.84	-	-	0.74	0.85	-	-

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas según la prueba de rangos múltiples de tukey a un $\alpha = 0.05$

Las plantas CRAS tienen mayor número de cormelos/pta, mayor peso total/pta, mayor longitud y son más anchos, sin embargo presentan menor peso promedio en la relación a las plantas convencionales, existiendo por lo tanto, una aparente contradicción.

Los resultados del presente estudio coinciden con lo planteado por Acuña y García (2000); en que las plantas provenientes de técnicas CRAS presentan un menor peso promedio de cormelos en relación con la técnica convencional. Las posibles explicaciones de este fenómeno son dos: a) el hecho que la planta haya reasumido el desarrollo momentos previos a la cosecha lo que se expresa en que los cormelos brotan y emiten raíces, causado esto por diferentes motivos. b) La brotación natural de los cormelos como producto de que las condiciones fisiológicas estaban dadas para ello.

López *et al* (1995) señalan que el contenido de almidón en las diferentes secciones de corno y cormelo están en dependencia del porcentaje de peso seco de cada sección y este variará según la especie y las condiciones del cultivo. Si ocurre un período de lluvia al momento de la madurez fisiológica, este ocasionará el crecimiento del follaje, así como la hidrólisis de los almidones de los cormelos favoreciendo el rebrote de nuevos hijos.

La pérdida de peso de los cormelos en las plantas CRAS debe estar relacionada también con la brotación de la yema apical y de raíces de los cormelos, lo que fue fenómeno generalizado en estas plantas al momento de la cosecha. Determinando un porcentaje de 72.89 % de cormelos con la yema apical brotada y un 65.60% de cormelos con raíces para esta técnica y para la convencional 12 % y 7 % respectivamente, esta evidencia constituye una de las razones que contribuyeron a disminuir el peso promedio de los cormelos en la técnica CRAS al momento de la cosecha.

Lo anterior concuerda con los estudios realizados por Onwueme y Charles (1994) quienes plantean que en una cosecha tardía, el desarrollo puede reasumirse, resultando en la producción de nuevas raíces lo que representa un gasto de sustancias de reserva en el corno y cormelos que tiende por lo tanto a reducir los rendimientos. Las plantas CRAS logran el máximo desarrollo

vegetativo en general primero que las plantas convencionales, pero como ambos tratamientos fueron cosechados al mismo tiempo, para efectos de comparación, la diferencia de tiempo entre ellas permite el fenómeno señalado anteriormente.

El componente largo del corno reflejó diferencias estadísticas significativas a favor de la técnica CRAS (20.84 cm) se mostró superior a la convencional (17.32 cm). No así en el grosor del cormelo donde ambos tratamientos fueron estadísticamente similares, no obstante, las diferencias numéricas favorecieron a las plantas CRAS.

La evaluación del comportamiento de estos dos últimos parámetros tiene la intención de describir cual de los tipos de plantas tiene disponible, después de cosecha, mayor material vegetal que pueda servir como semilla. En este estudio esto favorece a las plantas CRAS, lo que favorecería en una ventaja adicional del uso de plantas CRAS; buen rendimiento y cantidad suficiente de material vegetativo para la siembra.

3.3 Presencia de enfermedades

3.3.1 Virus del mosaico del quequisque (DMV).

De manera general las plantas CRAS presentaron los más bajos valores de infección en las 3 evaluaciones. La primera evaluación registró un bajo porcentaje de plantas con síntomas visuales de infección. La técnica CRAS reportó 18.06 % de plantas afectadas contra un 29.86 % en las plantas convencionales. El porcentaje más alto de incidencia del virus se encontró en la segunda fecha de evaluación, con valores de 34.38 % de infección para la técnica CRAS y 44.44 % para la convencional.

Los valores disminuyeron a los 180 dds las plantas CRAS registraron porcentajes de 30.56 % de incidencia, mientras que la técnica convencional obtuvo un valor de infección de 41.67 %.

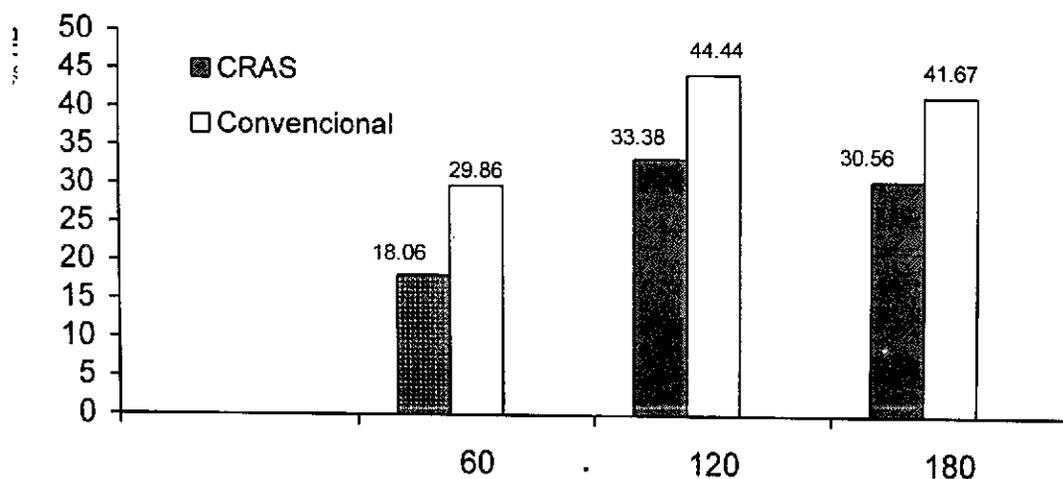


Figura 2. Porcentaje de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, con síntomas de DMV, establecidas en El Viejo, Chinandega, Ciclo 2000-2001.

Las plantas que son infestadas por el DMV pueden mostrar o no los síntomas, esta es una particularidad de esta enfermedad, por lo que el porcentaje de plantas visualmente infestadas pueden incrementar o decrecer con el tiempo.

Por otra parte, la FAO (1989) establece que los síntomas foliares del DMV son intermitentemente expresados; la severidad y persistencia de los síntomas varían de acuerdo con el genotipo de la planta.

En estudio realizado por Acuña (2000) los resultados obtenidos del test de ELISA demostraron que la mayoría de las plantas sin síntomas como las que los manifestaban, se encontraron infestadas con el virus hasta en un 93 % dependiendo del clon utilizado. También debe señalarse que la población de plantas solo manifestaba los síntomas en un promedio de 25 % aproximadamente durante su ciclo vegetativo en cada cultivar. Pero de manera general los tres genotipos de quequisque explotados en Nicaragua están infestados con el DMV (88-93 %).

El hecho que las plantas CRAS hayan registrado los menores valores puede ser un indicativo de la efectividad de la selección de material de siembra. Las plantas originadas a través de esta técnica pudieron haber sido seleccionados de cormos sanos del DMV.

Según Agrios (1996) a pesar de que el patógeno entra en contacto con la planta hospedante, hace falta un conjunto de condiciones ambientales para que se desarrolle enfermedad. También Hartman y Kester (1985) reportan que la intensidad con que un virus afecte a un clon depende de las características de un virus, de la tolerancia de un clon específico al mismo, y a veces, de las circunstancias ambientales concurrentes.

Por otro lado, Nyland (1968) señala que las especies multiplicadas durante muchos años se infestan sistemáticamente con uno o varios patógenos en especial virus o agentes similares, como sucede con el DMV el cual está asociado con todas las aráceas. Salazar (1985) reportan que el DMV en las aráceas comestibles ha sido el responsable de la pérdida de más del 50 % de los cultivares de *Xanthosoma* y *Colocasia*.

No obstante encontró que alrededor de un 65% de las plantas por cultivar no exponen los síntomas de la infección por lo que sus rendimientos no fueron seriamente afectados. De acuerdo a estudios realizados por Monge y Areas (1984) citados por Valverde *et al.*, (1996) el rendimiento y calidad de las variedades de quequisque (clones) Blanco y Morado mostraron que las plantas con síntomas del DMV rendían 25 % y 51 % menos respectivamente que las plantas sin síntomas, aún cuando estas últimas estuvieran posiblemente infectadas.

3.3.2. Lesión Foliar Marginal (*Xanthomonas campestris* pv *dieffenbachiae*)

El porcentaje de plantas afectadas se mantuvo creciente en las 3 fechas de evaluación realizadas. Las condiciones del medio no fueron propicias para el desarrollo de la bacteria, la época de siembra no favoreció a la diseminación de la enfermedad.

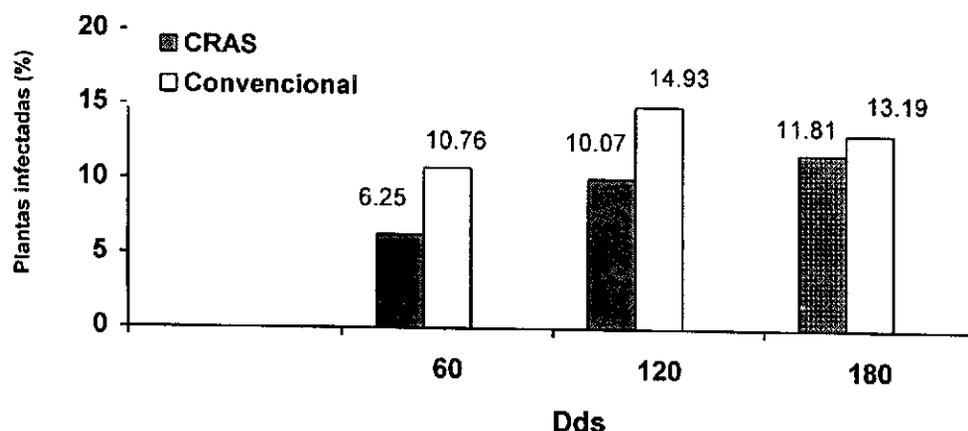


Figura 3. Porcentaje de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación infestadas con *Xanthomona campestris* pv *dieffenbachiae*, establecidas en El Viejo, Chinandega. Ciclo 2000-2001.

Las plantas provenientes de la técnica convencional fueron las más afectadas con 10.76 % de plantas con síntomas a los 60 días después de la siembra, 14.93 % y 13.19 % a los 120 dds y 180 dds respectivamente. Las plantas CRAS registraron la menor presencia de la bacteria con porcentajes de 6.25 % a los 60 dds, y a los 120 y 180 dds los valores fueron de 10.07 % y 11.81 % de plantas afectadas.

La presencia de la bacteria decreció de los 120 dds a los 180 dds en la técnica convencional, posiblemente debido a que las condiciones existentes en esta localidad no eran favorables para el esparcimiento de bacteria.

3.4. Eventos fenológicos

3.4.1 Momento de cosecha

Para estudiar el momento óptimo de cosecha de las plantas provenientes de ambos tipos de propagación, se consideró el comportamiento de las variables morfológicas: Área foliar y porcentaje de cormelos brotados y raíces al momento de cosecha.

El área foliar para ambas técnicas de propagación aumenta hasta aproximadamente el quinto y sexto mes después de la siembra. Según Wilson (1984) el máximo índice de área foliar ocurre 5½ - 6½ meses después de la siembra. Posteriormente se presenta una notable reducción de los valores de área foliar a causa del traslado de asimilatos que el cultivo realiza hacia el pseudotallo y de este hacia los cormelos. Coincidiendo con lo manifestado por López *et al*; (1995) quienes señalan que en dependencia del genotipo, la mayoría de los clones del genero *Xanthosoma* inician este proceso después de los 180 días de la siembra. Sin embargo, cuando se evalúan las técnicas de propagación pueden encontrarse diferencias como efectivamente se encontraron en el presente estudio.

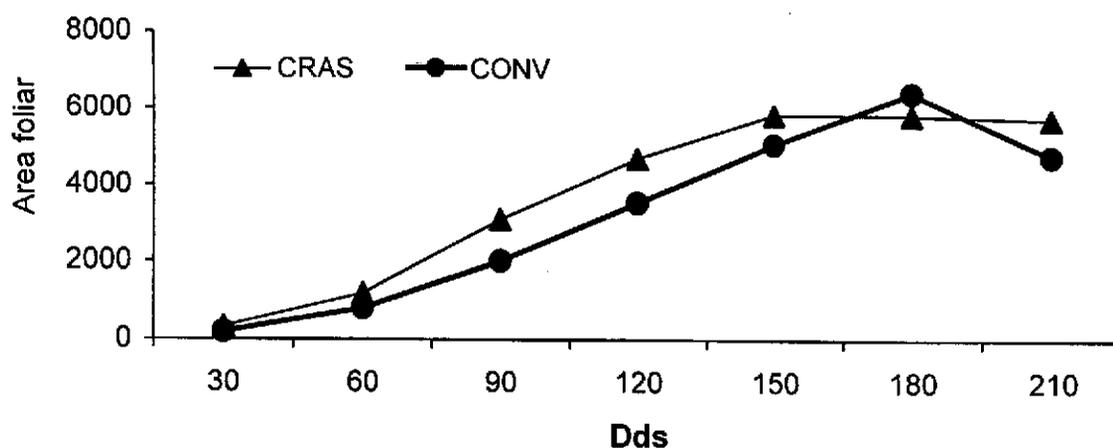


Figura 4. Área foliar promedio (cm²) de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenidas a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega. Ciclo 2000-2001.

Por otro lado, al momento de la cosecha (9 meses dds) las plantas de la técnica CRAS presentaban raíces en crecimiento y yemas brotadas en sus cormelos. En cambio las plantas convencionales presentaron bajos porcentajes de raíces y yemas brotadas. Por lo anterior se afirma que las plantas provenientes de la técnica CRAS se comporta de manera precoz en comparación con las plantas de la técnica convencional bajo las condiciones de manejo a que fueron sometidas dichas plantas por lo que debieron ser cosechadas en diferentes momentos.

La presencia de comerlos con las yemas apicales brotadas y con presencia de raíces al momento de la cosecha, demostró que la técnica CRAS puede producir plantas precoces con relación a las plantas convencionales, por lo que las plantas CRAS debieron cosecharse con anticipación en relación con las plantas de la técnica convencional, de tal manera que la humedad no indujera en los cormelos la emisión de nuevas raíces y la brotación de la yema apical del corno efectivamente sucedió.

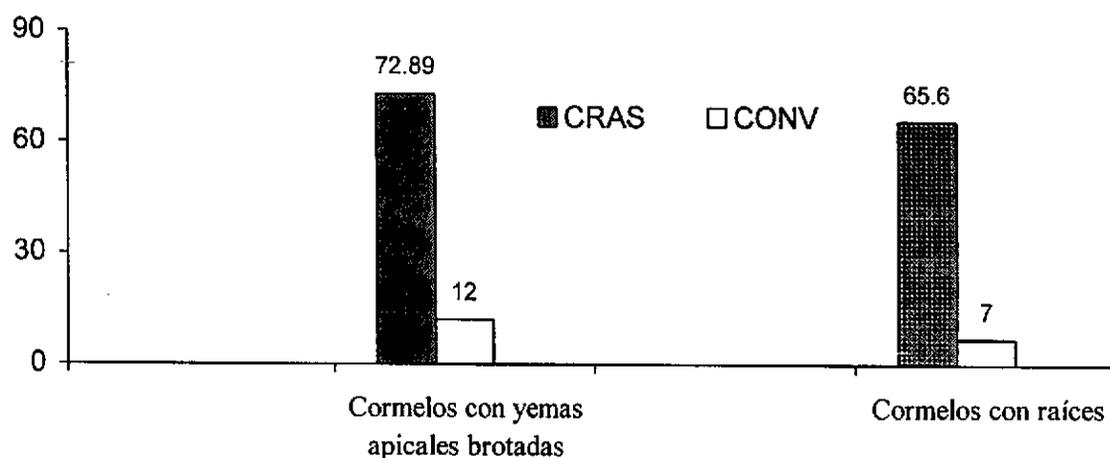


Figura 5. Porcentaje de cormelos con yema apical y raíces brotadas, en plantas del clon de quequisque Nueva Guinea obtenida a partir de dos técnicas de propagación, establecidas en El Viejo, Chinandega. Ciclo 2000-2001.

IV. CONCLUSIONES

1 Las plantas obtenidas de la técnica de reproducción acelerada de semilla reportaron los mejores resultados en las variables morfológicas en la mayoría de las evaluaciones. Aunque las plantas convencionales registraron valores superiores de número de hijos a las plantas CRAS a los 30, 60 y 90 dds.

2 Las plantas obtenidas de la técnica CRAS produjeron mayor número de cormelos por plantas (206.07 qq/mz o 13331.24 kg/ha), peso de comerlos por planta, talla del corno y estadísticamente superiores a las plantas convencionales (94.20 qq/mz o 6093.67 kg/ha), en cambio las variables peso promedio de cormelo (g), longitud de cormelo, ancho de cormelo y grosor de corno, se mostraron estadísticamente similares y donde la técnica CRAS obtuvo valores numéricos superiores en relación con la técnica convencional.

3 Las plantas CRAS reportaron una tendencia marcada en disminuir el área foliar a partir de los 150 dds, para las plantas propagadas convencionalmente esto ocurre a los 180 dds. Las plantas CRAS presentaron en los cormelos raíces y las yemas apicales brotadas al momento de la cosecha, lo que indica la precocidad de las plantas CRAS en relación con las plantas Convencionales.

4 Las plantas obtenidas de la propagación convencional presentaron el mayor porcentaje de plantas con síntomas del DMV. Los máximos valores en ambas técnicas de propagación se registraron a los 120 dds y con una tendencia posterior a disminuir.

5 La presencia de plantas con síntomas de ataque de la bacteria fue baja, las mayores manifestaciones visuales se registraron a los 120 dds en los tipos de propagación con mayor incidencia en las plantas Convencionales.

V. RECOMENDACIONES

1 Basándose en los resultados obtenidos en el presente y en otros ensayos similares se recomienda hacer uso de plantas provenientes de la técnica de propagación acelerada de semillas (CRAS) en programas y proyectos de expansión del cultivo de quequisque por ser un buen material de siembra que garantiza óptimos rendimientos, presenta menos afectaciones por agentes patógenos y reduce el tiempo de cosecha.

2 Realizar ensayos dirigidos a determinar el efecto que tiene el DMV y la bacteria (*Xanthomona campestris* pv *diafenbachiæ*) sobre el rendimiento de los clones de quequisque, para lo cual se sugiere utilizar plantas provenientes de las técnicas CRAS, CONV y de cultivo de tejidos vegetales, igualmente utilizar técnicas serológicas de detección e identificación de los agentes patógenos.

3 Determinar en futuros ensayos la fecha óptima de cosecha de los clones de quequisque propagados a través de las técnicas de propagación CRAS, Convencional e *in vitro* que permita obtener mínimos porcentajes de cormelos con raíces y la yema apical brotada, lo que significaría reducción del rendimiento y calidad del producto.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Pérez, M. 2000. Comportamiento de tres cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en la comunidad de La Poma, Masaya, postrera 99-00. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA (Universidad Nacional Agraria). 34 p.
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Chapingo, México, segunda Ed. 838 p.
- Castillo Lara, J. L. 2000. Comportamiento de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), en condiciones del REGEN-UNA, Managua, postrera, 99-00. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA (Universidad Nacional Agraria). 34 p.
- Dottin; MP. 1997. Propagación In Vitro de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*). Tesis de Doctorado – Universidad Central de las Villas, Santa clara. Cuba. 119 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations)/IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources). 1989. Technical guidelines for the save movement of edible aroid germplasm. (Eds) FW, Zettles; G V H, Jacfson; E A, Frison. 25 P. 11-12 p.
- Gómez, Y.A. 2000. Multiplicación de tres cultivares clónales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) mediante la técnica de propagación acelerada de semilla (CRAS). Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA (Universidad Nacional Agraria). 29 p.
- Góngora, J. 1997. Evaluación fitosanitaria del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) en Nueva Guinea y el Rama.
- García Altamirano, M; Acuña Ríos, ES. 2000. Comportamiento en condiciones de Masaya de plantas de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), cultivar Masaya, obtenidas

de tres técnicas de propagación. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA (Universidad Nacional Agraria). 39 p.

Giacometti, D.; León, J. 1992. Yatuia o Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*). En cultivos Marginados, otras perspectivas de 1942. Ed. FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Roma, Italia. P253-258.

Hartman, HT; Kester, DE. 1985. Propagación de plantas. Ing. Antonio M, Ambrosi. Sexta reimpresión. México. CECSA. 760. p 42-44, 319.

INETER. 1999. Rev. Amunic. Región del Pacífico. INIFON (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal). Managua, Nic. 22 p.

INTA. 2000. Cultivo del quequisque. Guía tecnológica 24.

Laguna I, G; Salazar L, G; López J, F. 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de las aráceas *Xanthosoma* sp. y *Colocasia esculenta* (L) Schott en Costa Rica. Boletín técnico. No. 10. Cr. 28 p.

López Zada, M; Vásquez Becalli, E; López Fletes, R. 1995. Raíces y tubérculos. eds. RM, Ojeda Gonzáles; LJ, Mora Llanos. Cd. La Habana. Pueblo y Educación. p 98-221.

Loza Silva, JA; Cruz Cardona, RY. 2000. Comportamiento de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) en condiciones de Yolaina, Nueva Guinea, postra 99-00. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. UNA (Universidad Nacional Agraria). 34 p.

Marín Fernández, V.; Cisne C, J. D.; Castillo V, S. 1994. Estudio sobre el comportamiento de clones (*Xanthosoma sagittifolium* (Schott) malanga (*Colocasia esculenta*) y Jengibre (*Zingiber*

officinalis). Eds. Proyecto de desarrollo Integral de Río San Juan. Asociación de municipios de Río San Juan (AMUR). Solidaridad Integral Cruz Raja Española y C.E A. R Managua, Nicaragua. 18 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1995. El quequisque en el mercado internacional. Agricultura & Desarrollo. no. 10. p 1-12.

MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Forestal). 2000. Producción y comercialización de la malanga. Agricultura y Desarrollo. no. 60; 1-11.

Monge, M.; Areas, O. 1984. Efecto del virus del mosaico en tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*). En: Congreso Agronómico Nacional. San José. Costa Rica. P 197-198.

Morales C. R. 1987. Manual de laboratorio de fisiología vegetal. 178 p.

Montalvo, A. 1983. Cultivo de raíces y tubérculos. IICA (Instituto interamericano de cooperación para la agricultura) 2d. San José. C .R p 70-90.

Nyland, G. 1968. Development and maintenance of virus-propagating material. Proceedings of the International Plant Propagator Society Annual Meeting.

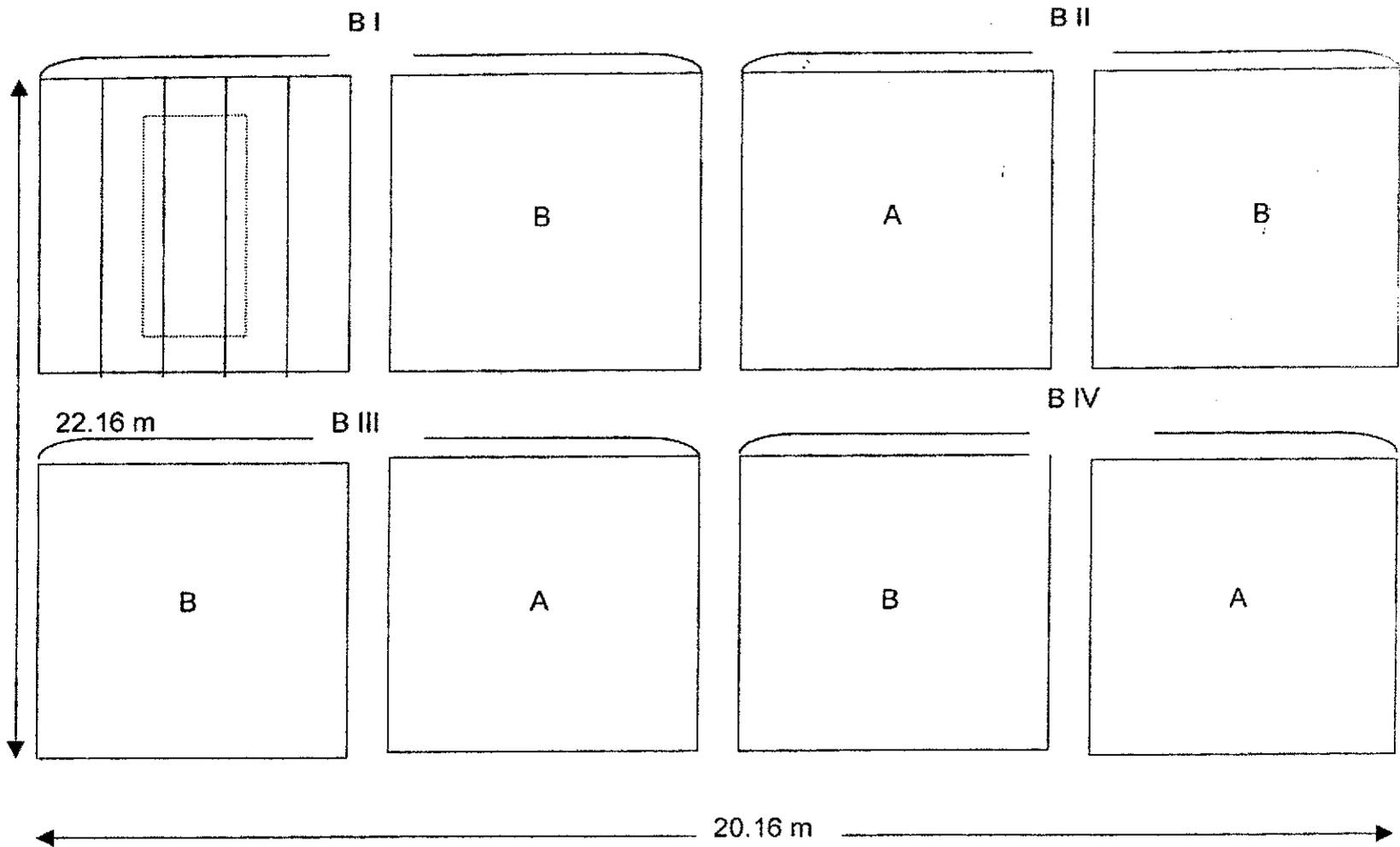
Onwueme, I. C.; Charles. W.b. 1994. Tropical root and tuber crops: Production, perspectives and future prospects. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Rome, Italy. 228. p 85-86.

Ramírez, P. 1985. Aislamiento y Caracterización del virus del mosaico del dasheen (DMV) en Costa Rica. Turrialba. 35: 279-283.

Reyes Castro, G. 1996. Diagnostico, saneamiento y propagación in Vitro de clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*) utilizados en Río San Juan y Nueva Guinea. 10 p.

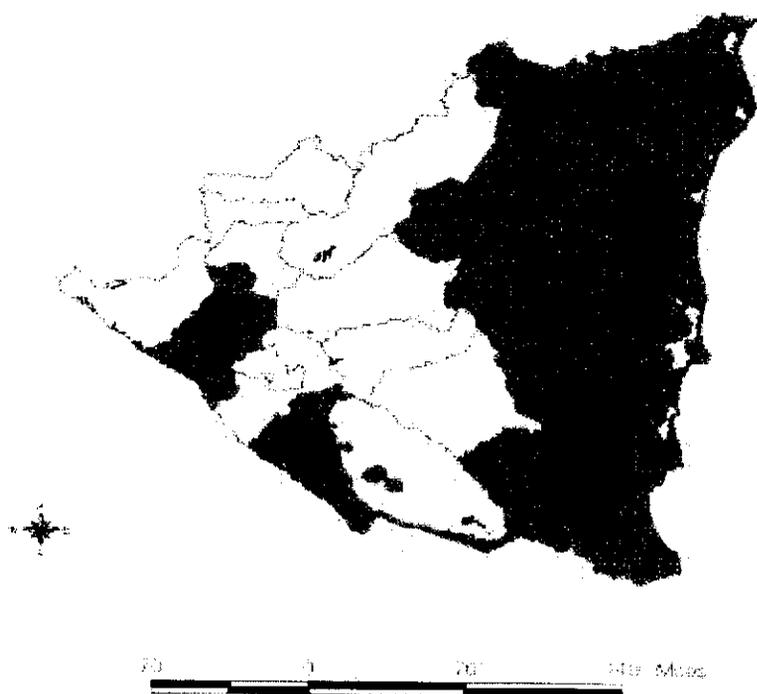
- Rojas Castro, R. 1998. Reproducción de “semilla limpia” de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *Violaceum*) blanco y morado a partir de plántulas *in Vitro*. Eds. A Silva, M Hernández. Brunca, Cr. La nación. 39 p.
- Salazar, S. 1985. Cultivo de meristemo en cormos, raíces y tubérculos tropicales. En: sistema de producción basados en raíces y tubérculos tropicales. Taller regional. CATIE (Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza). Turrialba, Costa Rica.
- Soto, J.A.; Arce, J.A.1986. Variabilidad en las poblaciones de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el material de propagación. Turrialba, Costa Rica. P 39-49.
- Valverde R; Gómez, L; Saborio, F; Torres, S; Áreas, O; torpe, T. 1996. Field evaluation of Dasheen Mosaic Virus-free cocoyam plants produced by *in vitro* techniques. P 37-38.
- Wilson, J.E. 1984. Cocoyan in the physiology of tropical field crops. Eds. Gold worthy, P and Fisher, N, M. P 589-605.
- Yamaguachi, M.1983. World vegetable; principals, production and nutritive Values. Macmillom, Canadá. P 360-361.

ANEXOS



Área total: 446.75 m²
 Área del bloque: 101.61 m²
 Parcela útil: 11.29 m²

Anexo 2. Zonas productoras de quequisque al nivel nacional



Zonas	Área Cosechada (mz)	Rendimiento (qq/mz)
IV	350	100
V	6,644	140
RAAN	4,721	87.5
RAAS	5,920	200