

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**TITULO**

**EFFECTO DEL MOMENTO DE FERTILIZACIÓN, POSICIÓN  
DE LA YEMA Y SUSTRATOS EN TRES CLONES DE  
QUEQUISQUE (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott)  
PROPAGADOS A TRAVÉS DE LA TÉCNICA DE  
REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLAS**

**AUTORES:**

**Br. DENIS AMARU CÁCERES CASTELLÓN  
Br. OSCAR ANTONIO GUTIÉRREZ LÓPEZ**

**ASESOR:**

**MSc. GUILLERMO REYES CASTRO**

**MANAGUA, AGOSTO 2002**

*“Si lo oigo lo olvido, si lo veo lo recuerdo...  
pero si lo hago, lo sé hacer”.*

*Proverbio chino*

## *DEDICATORIA*

*A mis abuelitas:*

*Adelina Olivas y Amanda Rodríguez, quienes siempre tienen un lugar para mí en sus corazones y en sus mentes.*

*A mis padres:*

*Ileana del Carmen Castellón Rodríguez y Sergio Luis Cáceres Olivas*

*A mis hermanos:*

*Sergei Ulianov Cáceres Castellón y César Octavio Cáceres Castellón*

*Denis Amaru Cáceres Castellón*

## *DEDICATORIA*

*A mi madre:*

*Blanca Nubia López Rosales por el esfuerzo de sacarme adelante.*

*A mis Hermanos:*

*Rodolfo Alfredo*

*Briceyda Carolina*

*A la memoria de:*

*Mi padre Oscar Gutiérrez*

*Mi abuelita Dolores Rosales*

*Oscar Antonio Gutiérrez López*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por estar conmigo siempre.*

*A esta magna casa de estudios, por brindarme la oportunidad de poder acceder a un futuro mejor.*

*Al programa de doctorado (PhD-UNA) y al programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), por facilitar el financiamiento del presente trabajo de tesis.*

*A mis amigos y amigas: Mario López, Cristian Blanco, Rosa Martínez, Roberto López, Juan Pablo Flores y Teresa Gómez, por darme su amistad sin pedir nada a cambio.*

*A mi compañero de tesis, Oscar Gutiérrez por su amistad y apoyo incondicional.*

*A mi profesor y amigo Ing. Guillermo Reyes Castro, por su paciencia y ayuda sin restricciones.*

*A mis tías: Gioconda Castellón y Jacqueline Castellón, por darme su apoyo y su ejemplo.*

*Denís Amaru Cáceres Castellón*

## *AGRADECIMIENTO*

*A DIOS, por darme la vida.*

*Agradezco especialmente a Tania, por el apoyo brindado en cada momento.*

*A Francisca Pfister, por su colaboración y confianza depositada en mi persona.*

*A mi compañero de tesis Denis Cáceres por su amistad y empeño, a la ayuda incondicional de Roberto López.*

*Al ánimo y apoyo recibido por mis amigos: Rosa Martínez, Teresa Gómez, Cristian Blanco, Juan Pablo Flores y Mario López.*

*Al Ing. Guillermo Reyes, por su amistad y por los conocimientos transmitidos en este trabajo de tesis.*

*Al Ing. Marbell Aguilar, por su colaboración.*

*Al programa de doctorado (PhD-UNA) y al programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), por haber financiado el presente trabajo de tesis.*

*Aquellas personas de mi familia que de una u otra manera aportaron un granito de arena en la culminación de este trabajo.*

*Oscar Antonio Gutiérrez López*

## Índice general

Sección	Pág.
ÍNDICE GENERAL. ....	i
ÍNDICE DE TABLAS. ....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS. ....	v
ÍNDICE DE ANEXOS. ....	vii
RESUMEN. ....	viii
I. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivo. ....	5
Hipótesis. ....	5
II. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	6
2.1 Materiales, equipos e instalaciones. ....	6
2.2 Diseño experimental. ....	6
2.3 Factores en estudio. ....	7
2.4 Origen de los genotipos propagados. ....	7
2.5 Descripción de los ensayos. ....	8
2.5.1 Ensayo I. Posición de la yema. ....	9
2.5.2 Ensayo II. Momento de fertilización. ....	9
2.5.3 Ensayo III. Estudio de sustratos. ....	10
2.6 Variables evaluadas. ....	10
2.7 Análisis estadístico. ....	11
2.8 Actividades agronómicas. ....	11
III. <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	13
3.1 Ensayo I: Posición de la yema. ....	13
3.1.1 Velocidad de brotación. ....	13
3.2 Ensayo II: Momento de fertilización. ....	15
3.3 Ensayo III: Estudio de sustratos. ....	20
IV. <b>CONCLUSIONES</b> .....	25

V.	<b>RECOMENDACIONES.</b> . . . . .	27
VI.	<b>REFERENCIAS.</b> . . . . .	28
VII.	<b>ANEXOS</b> . . . . .	31

## Índice de tablas

Tabla No.	Contenido	Pág.
1.	Tratamientos utilizados en el ensayo posición de la yema sobre la velocidad de brotación de yemas de quequisque en la técnica de reproducción acelerada de semillas CRAS. ....	9
2.	Tratamientos utilizados en el ensayo momentos de fertilización sobre el crecimiento de plantas de quequisque obtenidas a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas CRAS.. ....	10
3.	Análisis de correlación practicado a los datos de las variables: altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) versus número de hojas, en el ensayo momentos de fertilización a los 90 dds. REGEN-UNA. Managua, 2001-2002. ....	18
4.	Medias de altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) desarrolladas a través de la técnica de reproducción acelerada de semilla, evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA. Managua, 2001-2002. ....	19
5.	Altura promedio de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de dos clones de quequisque (Blanco y Masaya) registradas a los 65 dds en el ensayo de sustratos. REGEN- UNA. Managua, 2002.. ....	22

6.	Análisis de correlación practicado a los datos de las variables: altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm) y área foliar (cm <sup>2</sup> ) versus número de hojas. Ensayo de sustratos a los 65 dds. REGEN-UNA. Managua, 2002.....	24
----	---	----

## Índice de figuras

<b>Figura</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1.	Esquema del cantero donde se establecieron los ensayos, ubicado en el REGEN-UNA. 2002. ....	8
2.	Influencia de la posición de la yema sobre la variable altura promedio (cm) de plantas. Ensayo posición de la yema, establecido sobre sustrato de arena. REGEN- UNA. Managua, 2001. ....	13
3.	Altura promedio (cm) de plantas de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) obtenidas en el ensayo efecto de la posición de la yema sobre el comportamiento de plantas propagadas a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas establecido sobre sustrato de arena. REGEN- UNA. Managua, 2001. ....	14
4.	Influencia de la interacción del genotipo con la posición de yema sobre la altura promedio (cm) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) obtenidas en el ensayo posición de la yema establecido en sustrato de arena. REGEN- UNA. Managua, 2001. ....	14
5.	Influencia del momento de fertilización sobre las variables: (a) altura promedio (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm), (c) número de hojas y (d) área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA. Managua, 2001-2002. ....	15

6.	Valores promedios de las variables: (a) altura promedio (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm), (c) número de hojas y (d) área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de los cultivares de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA. Managua, 2001-2002.....	16
7.	Promedio de: (a) altura de planta (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm) y (c) área foliar (cm <sup>2</sup> ) de plantas de dos clones de quequisque (Blanco y Masaya) obtenidas en el ensayo de sustratos establecido en condiciones del REGEN-UNA. Managua, 2002.. ..	23

## Índice de anexos

<b>Anexo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
1.	<b>Anexo 1.</b> ANDEVA: Numero de hojas versus Genotipos (Blanco, Masaya & Nueva Guinea) y Fertilización (Testio; 0-15-30-45 dds; 15 dds, 30 dds, 45 dds; 30-45 dds). . . . .	32
2.	<b>Anexo 2.</b> ANDEVA Numero de hojas versus Genotipo (Blanco y Masaya) y Sustratos (arena, suelo, humus; humus-suelo 1:1; arena-humus-suelo 1:1:2). . . . .	32
3.	<b>Anexo 3.</b> Propiedades físicas, químicas y biológicas del humus. . . . .	33
4.	<b>Anexo 4.</b> Esquema de propagación vía CRAS. . . . .	34

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el efecto que ejercen la posición de la yema, el momento de fertilización y sustrato sobre la velocidad de brotación y el crecimiento de las plantas de los genotipos de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott): Blanco (Bco), Masaya (My) y Nueva Guinea (NG) propagados a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas - CRAS, además se pretendió contribuir en la definición de una metodología para la propagación rápida y masiva de plantas a través de esta técnica. Los estudios se llevaron a cabo en canteros con dimensiones de 4.75 m de largo por 1.3 m de ancho, con una capa de 5 cm de hormigón rojo y otra de 15 cm de arena y en bolsas de polietileno para vivero (0.91 kg). Se establecieron tres ensayos bifactoriales siguiendo el arreglo de diseños completos al azar (DCA): **posición de la yema** (hacia abajo y hacia arriba); **momento de fertilización** (sin fertilización -testigo-; con fertilizaciones a los 15 dds, 30 dds y 45 dds; a los 30 y 45 dds; y a los 0, 15, 30 y 45 dds); y **sustratos** (arena, humus, suelo; 1:1 humus-suelo; 1:1:2 arena-humus-suelo). Se evaluaron las variables altura de planta (cm), grosor del pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>). A los datos numéricos de las variables se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA). Las yemas colocadas hacia abajo registraron una velocidad de brotación estadísticamente superior (8.15 cm) a la registrada por las yemas colocadas hacia arriba (5.92 cm), independientemente del genotipo. El quequisque Bco, sin importar la posición de la yema, brotó más rápido (8.36 cm) que los otros genotipos; el genotipo My lo hizo más lentamente (5.16 cm). Los genotipos donde se fertilizó a los 30 y 45 dds obtuvieron resultados estadísticamente superiores en todas las variables (Bco 23.21, My 15.23 y NG 22.86 cm de altura). El testigo (sin fertilización) obtuvo los resultados más discretos (Bco 8.71, My 13.83 y NG 14.25 cm de altura). Ningún genotipo prevaleció en todas las variables evaluadas, sin embargo, el genotipo NG registró los resultados más sobresalientes. Las combinaciones más destacadas en las interacciones genotipo - fertilización fueron el clon Bco y NG fertilizadas a los 30 y 45 dds (23.21 y 22.86 cm de altura respectivamente); el testigo y la fertilización aplicada a los 0, 15, 30 y 45 dds en combinación con los tres genotipos reportaron los resultados más bajos. Las plantas de los genotipos Bco (27.98 cm de altura) y My (25.65 cm de altura) desarrolladas en humus registraron valores estadísticamente superiores. En los sustratos arena (Bco 9.82 y My 11.59 cm de altura) y suelo (Bco 16.29 y My 3.20 cm de altura) se obtuvieron plantas con los valores más bajos en las variables evaluadas. En las interacciones, el genotipo Blanco reportó los mayores valores (altura 19.5 cm, grosor 1.13 cm y área foliar 122 cm<sup>2</sup>) coincidiendo con los dos ensayos anteriores.

*Palabras claves:* cantero, CRAS, fertilización, genotipo, clones, posición de la yema, propagación agámica, semilla vegetativa, sustrato, *Xanthosoma sagittifolium*.

## I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) pertenece a la familia de las Aráceas. Es ampliamente cultivada en Centro, Sur América, Hawai y Florida. Probablemente de origen antillano, donde se conoce mayor número de tipos (Montaldo, 1991). Se estima que existen cerca de 40 especies del género *Xanthosoma* nativas del trópico americano que se han cultivado desde épocas precolombinas (INTA, 2000).

Su alto rendimiento y su mayor resistencia a enfermedades (Montaldo, 1991) con respecto a la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), su alto poder de conservación en condiciones naturales, su fácil cocción y digestión, su alto contenido energético y proteico (MAG, 1995), hacen de esta especie un producto de alta demanda en el mercado nacional e internacional.

En Nicaragua se consumen los cormelos del quequisque cocidos o fritos, principalmente el quequisque de color lila o criollo. El mayor abastecedor del mercado nacional es el departamento de Masaya. Según el INTA (2000), su demanda en el mercado internacional lo convierte en un producto no tradicional de exportación con expectativas económicas para los productores, principalmente los de la zona del trópico húmedo: municipios de Nueva Guinea, San Carlos y El Rama donde se obtienen rendimientos de 21.2 a 24.9 t/ha.

El quequisque es una planta herbácea suculenta que alcanza hasta más de 2 m de altura, sin tallos aéreos. Se propaga a través de los cormos, que tradicionalmente son seccionados en trozos conteniendo varias yemas axilares que darán origen a las nuevas plantas. El inconveniente de esta forma de propagación es la posibilidad de diseminar plagas y enfermedades infecciosas, entre las que se señalan como importantes las virales y bacterianas (Reyes, 1996). Monterroso (1996), Góngora & Luna (1997) y MAG-FOR (2000), señalan

que entre los agentes causantes de las infecciones encontradas en el material de siembra de quequisque, se encuentran las pudriciones causadas por *Corticium rolfsii*, *Sclerotium rolfsii*, *Pseudomonas solanacearum*, *Fusarium oxysporum*, *Erwinia carotovora*; la lesión foliar marginal causada por *Xanthomonas campestris*; las infecciones causadas por los nemátodos de la agalla (*Meloidogyne spp.*) y lesionador (*Pratylenchus spp.*); el virus de la malanga (DMV, Dasheen Mosaic Virus), el cual reduce entre un 45 y un 89 % la producción comercial de quequisque, con la sucesiva pérdida de su calidad (Rojas, 1998). Este virus ha sido el responsable de la pérdida de más del 50 % de los cultivares de *Xanthosoma* y *Colocasia* en la colección de campo de las Aráceas comestibles del CATIE (Salazar, 1991).

Al ser un cultivo de reproducción vegetativa la obtención de semilla sana resulta difícil. Por otra parte, los agricultores no utilizan prácticas de manejo adecuado para este cultivo (Rojas 1998). En este sentido en Nicaragua es necesario buscar alternativas a la alta incidencia de enfermedades bacterianas que han dejado pérdidas económicas a los productores de este rubro (MAG-FOR, 2000), puesto que no se reportan esfuerzos dirigidos a resolver este problema. Son escasos los trabajos realizados encaminados a la obtención y utilización de semillas de quequisque de buena calidad, y no existen empresas especializadas que reproduzcan semillas agámicas (Gómez, 2000), siendo en este particular donde desarrollar una técnica de reproducción acelerada de semilla adquiere mucha importancia.

En Cuba (López *et al.*, 1995) y Puerto Rico (Cedeño & Bosques, 1988), reportan la utilización de una técnica alternativa de reproducción acelerada de quequisque. Esta técnica consiste en extraer con un sacabocados o un cuchillo yemas axilares contenidas en pequeñas fracciones del corno madre, las cuales tienen un tamaño promedio de 1.5 cm de diámetro por 1 cm de grosor y un peso aproximado de 4.5 g. Con esta simple práctica, se pueden obtener aproximadamente 20 yemas por

corno de 500 g, estas yemas se lavan con detergente y se sumergen en cloro comercial (hipoclorito de sodio, NaOCl) al 10% durante 10 minutos, luego se secan y se tratan con un fungicida (Cedeño & Bosques, 1988). Gómez (2000), por su parte utilizó el fungicida-bactericida BUSAN a razón de 1 ml L<sup>-1</sup> al doble del volumen total que ocuparon las yemas. Luego las estableció en un cantero previamente desinfectado con este mismo fungicida-bactericida a razón de 5 ml L<sup>-1</sup> por m<sup>2</sup>, con condiciones controladas de humedad, fertilización y luz.

La técnica de Reproducción Acelerada de Semilla (CRAS) ofrece algunas ventajas que la hacen recomendable para su uso extensivo. Primero, el material llevado al campo va libre de hongos y bacterias causantes de enfermedades. Segundo, la cantidad de semillas inicial obtenida por cada corno se incrementa hasta en cinco veces. Además, la semilla obtenida es pequeña y puede ser establecida en almácigos o viveros donde puede ser manejada fácilmente (Cedeño-Maldonado & Bosques-Vega, 1988).

La efectividad en el campo de las plantas reproducidas a través de esta técnica de propagación ha sido reportada por varios autores, Cedeño & Bosque (1992), en un estudio realizado con 21 variedades de quequisque, propagadas por este método, obtuvieron rendimientos mayores a los 9,900 kg/ha. En Nicaragua, Acevedo (2001) en un ensayo comparativo de dos cultivares de quequisque (Masaya y Nueva Guinea) propagados convencionalmente y vía CRAS, demostró que el rendimiento de las plantas CRAS fue estadísticamente superior (11,107.35 kg/ha) que la propagada convencionalmente (7,768.15 kg/ha). Similares resultados reporta Maradiaga (2002), donde las plantas CRAS obtuvieron rendimientos superiores (13,000 kg/ha) con respecto a las plantas convencionales (6,000 kg/ha). Además observaron que las plantas reproducidas vía CRAS mostraron los mejores resultados en la mayoría de las variables morfológicas.

En estos mismos experimentos las plantas CRAS mostraron mayor precocidad y menor porcentaje de plantas con síntomas del DMV (Acevedo, 2001; Maradiaga, 2002), asimismo en las observaciones de Acevedo (2001), no se registraron síntomas de mancha foliar marginal.

Gómez (2000), realizó el primer estudio de propagación rápida de semilla de quequisque en Nicaragua, sin embargo, aún se hace necesario determinar la influencia que ejercen sobre la velocidad de brotación de las yemas y crecimiento de las plantas factores como: la posición de la yema, momento de fertilización y el sustrato.

Algunos productores empíricamente depositan los segmentos de cormos de quequisque con las yemas hacia abajo, pues han observado que las plantas así sembradas se desarrollan más rápidamente y disminuyen la resiembra, pero no se reportan trabajos experimentales.

La fertilización tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta al aumentar la disponibilidad de nutrientes ya existentes en el suelo. Como regla general basta suministrar los nutrientes requeridos en mayor cuantía por la planta, es decir, nitrógeno ( $N_2$ ), fósforo (P) y potasio (K) (Arzola *et al.*, 1981).

Se define como sustrato un medio físico natural o sintético, donde se desarrollan plantas con raíces que crecen en un recipiente determinado con un volumen limitado (Ballester, 1993). La utilización de sustratos en prácticas de propagación se ha venido incrementando de manera gradual, pues proporcionan resultados superiores a los obtenidos utilizando únicamente suelo, además de permitir el aprovechamiento de materiales muy diversos siempre que se conozca y comprendan sus características y necesidades (Ansorena, 1995).

## Objetivo:

Determinar el efecto que ejercen la posición de la yema, el momentos de fertilización y el sustrato sobre la velocidad de brotación de las yemas y el crecimiento de las plantas en los clones de quequisque: Blanco, Masaya y Nueva Guinea propagados a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas-CRAS, en condiciones del REGEN-UNA.

## Hipótesis:

**Ha:** Los factores Posición de la yema, momentos de fertilización y sustrato inciden en la velocidad de brotación de las yemas y crecimiento de las plantas en los clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott): Blanco, Masaya y Nueva Guinea propagados a través de la técnica CRAS.

**Ho:** Los factores posición de la yema, momentos de fertilización y sustrato no inciden en la velocidad de brotación de las yemas y crecimiento de las plantas en los clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott): Blanco, Masaya y Nueva Guinea propagados a través de la técnica CRAS.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó entre el 8 de agosto del 2001 y el 23 de marzo del 2002 en el área de sombreadero del laboratorio de cultivos de tejidos vegetales del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense (REGEN), de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el km 12 ½ de la carretera Norte, entre los 12° 09' latitud Norte y los 86° 16' longitud Oeste a 56 msnm, con una temperatura promedio de 28 °C, humedad relativa promedio de 71 % y con una precipitación anual de 1,000 – 2,000 mm (INETER, 2001).

### 2.1 Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron para establecer los ensayos fueron los siguientes:

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Instalaciones</b>
-Arena	-Macanas	- Sombreadero
-Bolsas de polietileno	-Cuchillos	-Sistema de riego
-Humus	-Guantes	
-Bactericida fungicida 2-(thiocyanomethylthio) benzothiazole (TCMTB) (BUSAN® 30 WB)	-Palas -Rastrillos -Regaderas -Sacabocados	
-Suelo	-Zarandas	
- Piedra cantera	-Carretilla	
- Hormigón	-Vernier	

### 2.2 Diseño experimental

Se utilizó un cantero por cada genotipo. El cantero se dividió en dos (ensayo I), en cinco (ensayo III) y en seis (ensayo II) partes de acuerdo al ensayo. En cada

división se sembraron de 60 (ensayo II) a 120 yemas (ensayo I), o se ubico 40 bolsas de 0.91 kg (ensayo III) con una yema por bolsa.

Los ensayos se establecieron siguiendo un arreglo de diseño completo al azar (DCA) bifactorial, en el cual cada planta evaluada se consideró una observación. Las plantas que fueron evaluadas en los ensayos conformaban la parcela útil integrada por los surcos centrales, no incluyendo las primeras y las ultimas plantas de éstos.

### **2.3 Factores en estudio**

Se establecieron tres ensayos encaminados a determinar el efecto que ejercen los factores: posición de la yema, momento de fertilización y sustratos sobre la velocidad de brotación y desarrollo de las plantas en los genotipos de quequisque: Blanco, Masaya y Nueva Guinea, propagadas mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (CRAS).

### **2.4 Origen de los genotipos propagados**

- *Genotipo Blanco.* Este material se recolectó en la finca de un productor de la comunidad Pacayita del departamento de Masaya.
- *Genotipo Masaya.* Se obtuvo en la misma finca del productor de Masaya.
- *Genotipo Nueva Guinea.* Este material se adquirió en la finca de un productor del municipio de Nueva guinea, en la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS).

## 2.5 Descripción de los ensayos

Se establecieron 3 ensayos:

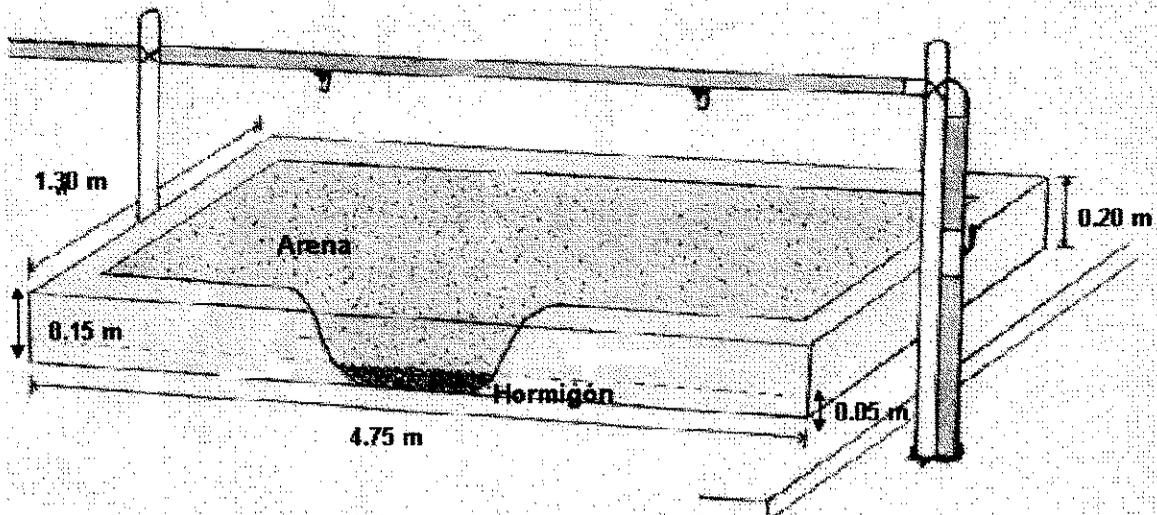
Ensayo I. Posición de la yema

Ensayo II. Momento de fertilización

Ensayo III. Estudio de sustrato

Los ensayos se establecieron en canteros con dimensiones de 4.75 m de largo por 1.3 m de ancho. Los canteros presentan las siguientes características: contruidos de piedra cantera de 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 15 cm de espesor; en el interior del cantero se depositaron dos capas de sustrato, una de 5 cm de hormigón rojo y la otra de 15 cm de arena. El sistema de riego utilizado es microjet el cual consiste en una serie de micro aspersores distribuidos a lo largo de un tubo que esta ubicado a 1 m sobre la superficie del sustrato. El esquema del cantero se presenta en el Figura 1.

Figura 1. Esquema del cantero donde se establecieron los ensayos, ubicado en el REGEN-UNA. 2002



### 2.5.1 Ensayo I. Posición de la yema

En este primer ensayo se utilizaron 3 canteros, uno por genotipo: Masaya, Blanco y Nueva Guinea. El área de cada cantero se dividió en dos, donde se ubicaron 2 tratamientos, en cada área se sembraron 120 trozos con las yemas hacia abajo y 120 trozos con las yemas hacia arriba (Tabla1). La distancia de siembra fue de 10 cm entre plantas y 10 cm entre surcos, se evaluaron 20 plantas por tratamiento a los 50, 60 y 70 días después de la siembra. La variable que se evaluó en este ensayo fue altura de planta (cm).

**Tabla 1.** Tratamientos utilizados en el ensayo posición de la yema sobre la velocidad de brotación de yemas de quequisque en la técnica de reproducción acelerada de semillas CRAS.

Tratamiento	Genotipos	Posición de la yema
1	Nueva Guinea	Abajo
2		Arriba
3	Masaya	Abajo
4		Arriba
5	Blanco	Abajo
6		Arriba

### 2.5.2 Ensayo II. Momento de fertilización

De igual manera que en el primer ensayo se establecieron en cada cantero cada uno de los genotipos descritos anteriormente. Los canteros se dividieron en 6 parcelas donde se distribuyeron los tratamientos al azar. En cada parcela se sembraron 60 yemas a una distancia de 10 cm de largo por 10 cm de ancho. Se evaluaron 40 plantas por tratamiento, se realizaron tres evaluaciones a partir de los 70 días después de la siembra. Las variables evaluadas en cada genotipo fueron: altura de planta (cm), grosor del pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>).

**Tabla 2.** Tratamientos utilizados en el ensayo momentos de fertilización sobre el crecimiento de plantas de quequisque obtenidas a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas CRAS.

Fertilización	Momento (dds)			
	0	15	30	45
Testigo				
2	X	X	X	X
3		X		
4			X	
5				X
6			X	X

### 2.5.3 Ensayo III. Estudio de sustratos

Para establecer este ensayo se utilizaron los genotipos de quequisque Masaya y Blanco, se evaluaron los sustratos: humus, suelo, arena; la relación 1:1 humus-suelo y 1:1:2 arena-humus-suelo. Se utilizaron 40 bolsas por tratamiento ubicadas en 4 filas con 10 bolsas cada una, se establecieron en 5 variantes de sustrato sobre los canteros. Se evaluaron un total de 20 plantas por tratamiento a partir de los 60 días después de la siembra. Las variables evaluadas en cada genotipo fueron: altura de planta (cm), grosor del pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>).

### 2.6 Variables evaluadas

- *Altura de la planta (cm).* Se registró a partir de la base del pseudotallo hasta la parte de inserción del pecíolo con la hoja de mayor altura de la planta.
- *Números de hojas.* Consistió en el conteo del número total de hojas que la planta presentó al momento de la evaluación.
- *Grosor del pseudotallo (cm).* Esta variable se evaluó en centímetros con la utilización del vernier (calibrador del grosor) en la base del pseudotallo.

*Área foliar (cm<sup>2</sup>)*. Se midió el largo (cm) y el ancho (cm) de la hoja de mayor altura de la planta principal, se multiplicaron ambos valores y el producto se multiplicó por el factor de corrección 1.48 sugerido por Morales (1987).

## **2.7 Análisis estadístico**

Una vez evaluados los datos registrados por cada una de las variables morfológicas, en los ensayos establecidos, se procedió a realizar el análisis de varianza (ANDEVA). En el ensayo dos y en el ensayo tres, además del ANDEVA también se realizó un análisis de correlación (r) para determinar el grado de asociatividad entre las variables evaluadas y posteriormente se realizó la clasificación estadística de las medias de los tratamientos en general y de cada uno de los factores en estudio por medio de la prueba de rangos múltiples de Tukey.

## **2.7 Actividades agronómicas**

- **Desinfección de los canteros**

Los canteros se desinfectaron con el producto bactericida-fungicida BUSAN 2- (thiocyanomethylthio) benzothiazole (TCMTB) a razón de 5 cc por L de agua por cada m<sup>2</sup> de arena, 24-48 horas antes de la siembra, luego se empleó un riego previo al establecimiento del ensayo.

- **Preparación de la semilla**

Se utilizaron sacabocados de 2.5 cm de diámetro con el que se extrajeron de 15 a 20 pequeñas fracciones del corno principal con un tamaño aproximado de 2x2 ó 2x3 cm conteniendo cada sección una yema seleccionada.

- Desinfección de las yemas

Se utilizó el mismo producto mencionado en la desinfección de los canteros, la cantidad de desinfectante utilizado fue el doble del total de volumen utilizado por las semillas. Las yemas fueron sumergidas durante 5 minutos en la solución luego puestas a secar al sol.

- Deshierbe

El control de maleza se efectuó manualmente en los canteros cada 15 días.

- Riego

El sistema de riego microjet estaba conformado de tubos plásticos ubicados a 1m sobre la superficie del cantero abastecido con agua potable proveniente de las cañerías. El régimen de riego establecido fue 15 minutos de riego en la mañana y 15 minutos en la tarde.

- Fertilización

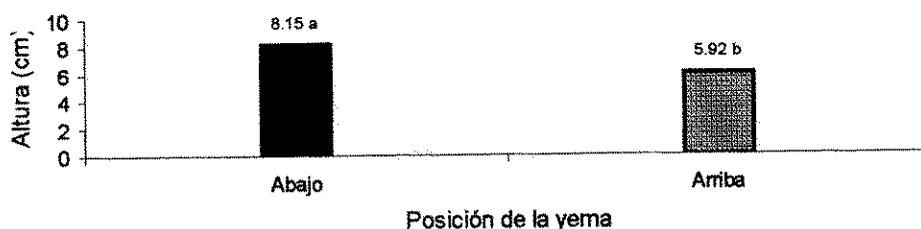
En los ensayos posición de yemas y sustratos se fertilizó al momento de la siembra y a los 45 dds. Se fertilizó a razón de 5 g (15-15-15) por 3 L de agua por m<sup>2</sup>. Para el ensayo de fertilización se usaron 5 g (15-15-15) por 3 L de agua por m<sup>2</sup>, aplicado de acuerdo a los tratamientos.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Ensayo I: Posición de la yema

##### 3.1.1 Velocidad de brotación

Se consideró el primer registro de la variable altura de la planta, para evaluar la influencia que ejerce la posición de la yema sobre la velocidad de brotación de la misma.

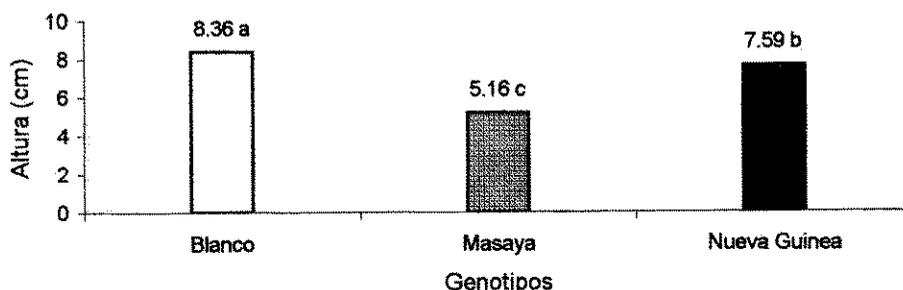


**Figura 2.** Influencia de la posición de la yema sobre la variable altura promedio (cm) de plantas. Ensayo posición de la yema, establecido sobre sustrato de arena. REGEN- UNA, Managua, 2001. Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . C.V.=20.50 %;  $R^2=0.36$

Las yemas sembradas hacia abajo brotaron más rápidamente que las yemas sembradas hacia arriba (Figura 2). Cuando la yema está hacia abajo la humedad se conserva por más tiempo en la parte exterior de la porción del cormo que la contiene y es en esta zona meristemática situada en la parte que limita con el cilindro central de la corteza donde las raíces brotan principalmente, extendiéndose *a posteriori* hacia los lados (López *et al.*, 1995). Al desarrollar raíces más rápidamente la yema se encuentra en mejores condiciones para absorber nutrientes, por tanto su brotación y crecimiento se realizará en menos tiempo.

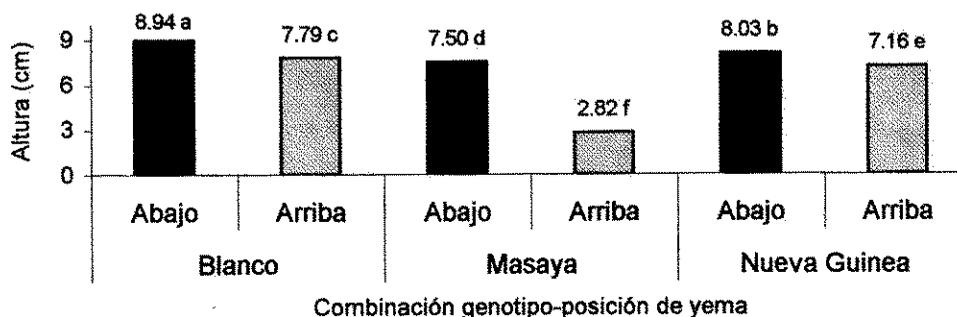
El genotipo Blanco, independientemente de la posición de la yema, registró una altura de planta estadísticamente superior a los restantes genotipos,

seguido del genotipo Nueva Guinea, su vez superior al genotipo Masaya (Figura 3).



**Figura 3.** Altura promedio (cm) de plantas de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) obtenidas en el ensayo efecto de la posición de la yema sobre el comportamiento de plantas propagadas a través de la técnica de reproducción acelerada de semillas establecido sobre sustrato de arena. REGEN- UNA, Managua, 2001.  
Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . C.V=20.50 %;  $R^2 = 0.36$ .

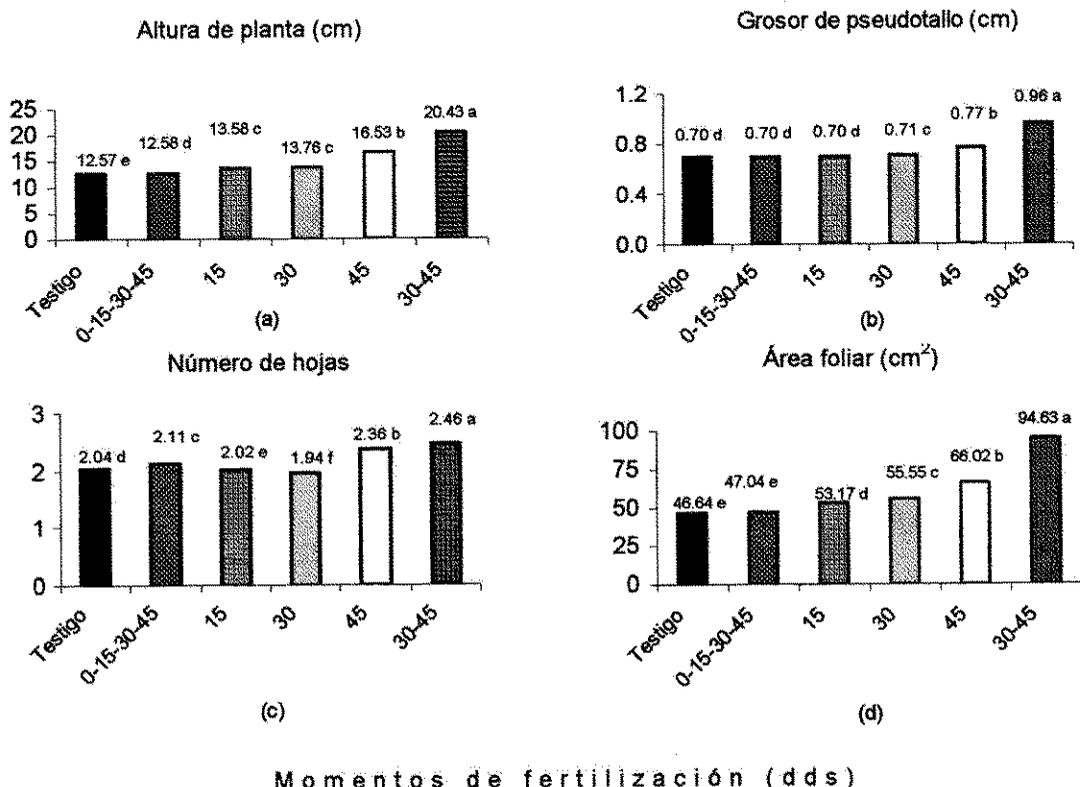
Las plantas del clon de quequisque Blanco sembradas con la posición de yema hacia abajo obtuvieron el mejor resultado, en contraste el peor resultado lo obtuvo la combinación genotipo Masaya y posición de yema hacia arriba, lo cual coincide con los dos esquemas anteriores (Figura 4).



**Figura 4.** Influencia de la interacción del genotipo con la posición de yema sobre la altura promedio (cm) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) obtenidas en el ensayo posición de la yema establecido en sustrato de arena. REGEN- UNA, Managua, 2001.  
Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . C.V=20.50 %;  $R^2 = 0.36$ .

### 3.2 Ensayo II: Momento de fertilización

Las plantas obtenidas de los diferentes momentos de fertilización mostraron diferencias estadísticas en todas las variables en los tres clones (Figura 5).



**Figura 5.** Influencia del momento de fertilización sobre las variables: (a) altura promedio (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm), (c) número de hojas y (d) área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA, Managua, 2001-2002.

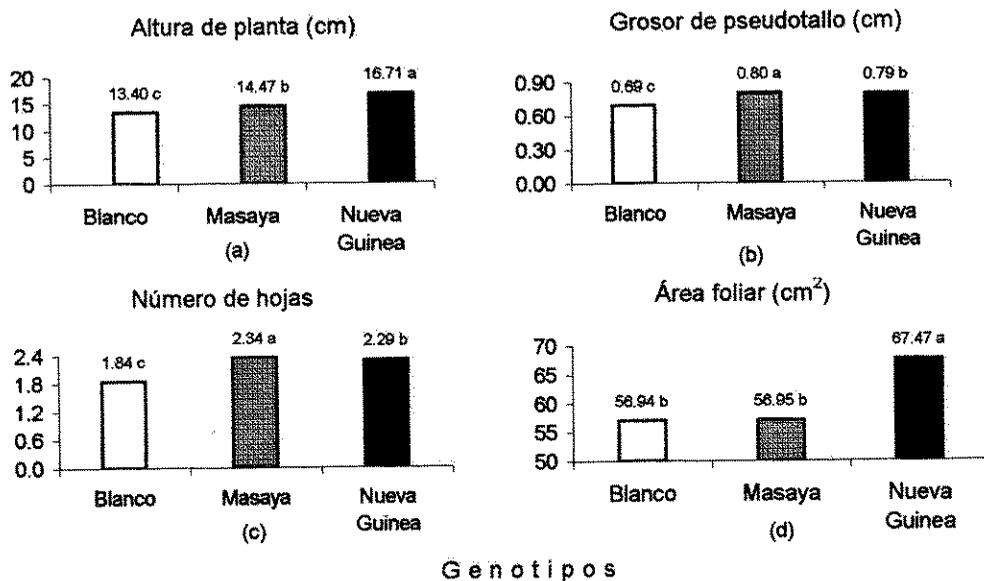
Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . (a) altura de plantas (cm): C.V=13.30 %,  $R^2=0.82$ ; (b) grosor de pseudotallo: C.V=10.26 %,  $R^2=0.77$ ; (c) número de hojas: C.V=8.31%,  $R^2= 0.80$ ; (d) área foliar (cm<sup>2</sup>): C.V=16.58 %,  $R^2=0.86$ .

Según López *et al.* (1995), el crecimiento y desarrollo del quequisque se presenta en tres períodos fundamentales. El primero, del cual nos ocupamos en este trabajo, se muestra desde la brotación hasta los 80 ó 90 días donde aparecen los cormos primarios, momento en el cual una adecuada fertilización resulta siempre uno de los medios más eficaces para

obtener plantas en buenas condiciones nutritivas, disponibles para el traslado hacia el campo.

El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento donde se aplica fertilizante a los 30 y 45 dds, seguido por el tratamiento con una sola aplicación efectuada a los 45 dds (Figura 5).

Las plantas que obtuvieron los valores más bajos fueron las plantas desarrolladas en el tratamiento testigo y las obtenidas de la fertilización efectuada a los 0-15-30-45 dds, las cuales no mostraron diferencias estadísticas entre ellas en las variables grosor de pseudotallo y área foliar. En cuanto a las variables altura de planta y número de hojas, las plantas fertilizadas a los 0-15-30-45 dds fueron superiores a las plantas testigo (Figura 5).



**Figura 6.** Valores promedio de las variables: (a) altura promedio (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm), (c) número de hojas y (d) área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de los cultivares de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA, Managua, 2001-2002.

Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . (a) altura de plantas (cm): C.V.=13.30 %,  $R^2=0.82$ ; (b) grosor de pseudotallo: C.V.=10.26 %,  $R^2=0.77$ ; (c) número de hojas: C.V.=8.31%,  $R^2=0.80$ ; (d) área foliar (cm<sup>2</sup>): C.V.=16.58 %,  $R^2=0.86$ .

Según la ley del equilibrio entre los nutrientes, tanto el exceso como la deficiencia de un elemento, provocan desequilibrio entre los nutrientes con relación a las necesidades del vegetal (Arzola *et al.*, 1981).

Este desequilibrio en el caso de la fertilización efectuada a los 0-15-30-45 dds, pudo deberse a que las yemas al momento de la primera y segunda fertilización efectuada 0 y 15 dds no estaban en condiciones de absorber los nutrientes, pues no presentan raíces desarrolladas. El fertilizante en este estado según López *et al.*, (1995) tiende a volatilizarse en el caso del nitrógeno o a lixiviarse en el caso del potasio. Las dos aplicaciones efectuadas más las dos fertilizaciones subsiguientes (30-45 dds) pudieron acumular exceso de fertilizante provocando un efecto negativo retardador del crecimiento de las plantas.

Se reporta una respuesta genotípica en todas las variables. En la variable altura de planta y área foliar se observa la superioridad estadística del genotipo Nueva Guinea. El genotipo Masaya registra el segundo lugar superando al genotipo Blanco, no obstante en la variable área foliar no hay diferencia estadística entre el genotipo Masaya y el genotipo Blanco. La variable grosor de pseudotallo y número de hojas, son más coincidentes pues ambas tienen en primer lugar al genotipo Masaya, en segundo lugar al genotipo Nueva Guinea y por último al genotipo Blanco (Figura 6).

En general, en las interacciones de los genotipos Blanco y Nueva Guinea con la fertilización efectuada a los 30 y 45 dds, se obtuvieron los mejores resultados en las variables altura de planta y grosor de pseudotallo siendo estadísticamente similares entre sí. En cuanto al área foliar las plantas de quequisque Blanco con la fertilización hecha a los 30 y 45 dds se mostraron superiores (Tabla 4) a las plantas del genotipo Nueva Guinea con la misma fertilización.

En cuanto al número de hojas, no se reportaron diferencias significativas (ver anexo), y según el análisis de correlación tampoco se observa fuerte asociatividad entre está y el resto de las variables. Es decir, no afecta a las otras variables (Tabla 3).

**Tabla 3.** Análisis de correlación practicado a los datos de las variables: altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) versus número de hojas, en el ensayo momentos de fertilización a los 90 dds. REGEN-UNA, Managua, 2001-2002.

VARIABLES EN ESTUDIO	NÚMERO DE HOJAS
Altura de planta (cm)	0.378
Grosor de pseudotallo (cm)	0.384
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0.328

Correlación según parámetros de Pearson; P-Value  $\equiv$  R

La predominancia de la fertilización efectuada a los 30 y 45 dds no se mantiene constante en todos los genotipos. El comportamiento de las plantas del genotipo Masaya en los diferentes momentos de fertilización no presenta resultados similares a las interacciones de los momentos de fertilización y los genotipos Blanco y Nueva Guinea, esto se esclarece al practicarle un análisis de una sola vía a cada una de las variables en los tres genotipos (Tabla 4), donde se ve que la interacción del genotipo Masaya con los diferentes momentos de fertilización no presenta diferencias estadísticas en las tres primeras variables, pero si en la variable área foliar, indudablemente existe influencia del genotipo.

**Tabla 4.** Medias de altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de tres clones de quequisque (Blanco, Masaya y Nueva Guinea) desarrolladas a través de la técnica de reproducción acele-rada de semilla, evaluadas a los 90 dds en el ensayo momentos de fertilización. REGEN-UNA, Managua, 2001-2002.

Genotipo	Momento de fertilización (dds)	Altura de planta <sup>2</sup> (cm)			Grosor de pseudotallo (cm)			Número de hojas			Área foliar (cm <sup>2</sup> )		
			entre	dentro		entre	dentro		entre	dentro		entre	dentro
Blanco	Testigo	8.71	e	c	0.81	e	c	1.78	a	b	31.17	i	c
	0-15-30-45	9.56	de	c	0.64	de	c	1.76	a	b	34.34	i	c
	15	12.72	cde	bc	0.67	de	bc	1.65	a	b	49.73	gh	bc
	30	11.44	cde	bc	0.66	de	c	1.71	a	b	46.88	h	bc
	45	14.79	bcd	b	0.81	bcde	b	1.88	a	ab	57.37	def	b
	30-45	23.21	a	a	1.00	ab	a	2.23	a	a	122.16	a	a
ANDEVA <sup>(1)</sup> C.V R <sup>2</sup>				** 14.24% 0.895			** 9.70% 0.634			** 10.94% 0.545		** 20.18% 0.903	
Masaya	Testigo	13.83	bcd	a	0.77	cde	a	2.22	a	bc	50.71	gh	bc
	0-15-30-45	14.14	bcd	a	0.78	cde	a	2.33	a	b	55.53	efg	bc
	15	12.31	cde	a	0.72	cde	a	2.09	a	bc	47.00	h	c
	30	15.04	bcd	a	0.83	bcde	a	2.04	a	c	63.01	d	a
	45	16.23	bc	a	0.88	abc	a	2.67	a	a	69.72	c	ab
	30-45	15.23	bc	a	0.80	cde	a	2.68	a	a	55.71	efg	bc
ANDEVA <sup>(1)</sup> C.V R <sup>2</sup>				ns 12.50% 0.384			ns 10.86% 0.303			** 5.56% 0.635		** 11.07% 0.656	
Nueva Guinea	Testigo	14.25	bcd	b	0.73	cde	c	2.12	a	b	58.06	de	b
	0-15-30-45	14.04	bcd	b	0.69	cde	c	2.23	a	ab	51.24	fgh	b
	15	15.72	bcd	b	0.71	cde	c	2.33	a	ab	62.77	d	b
	30	14.80	bc	b	0.65	de	c	2.06	a	b	55.76	efg	b
	45	18.59	ab	ab	0.88	bcd	b	2.54	a	a	70.97	c	b
	30-45	22.86	a	a	1.09	a	a	2.46	a	ab	106.03	b	a
ANDEVA <sup>(1)</sup> C.V R <sup>2</sup>				** 13.18% 0.730			** 9.92% 0.630			** 8.53% 0.508		** 16.83% 0.775	
ANDEVA <sup>(2)</sup> C.V R <sup>2</sup>		** 13.30 % 0.82			** 10.26 % 0.77			ns 8.31 % 0.80			** 16.68 % 0.86		

Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . (1) ANDEVA unifactorial; (2) ANDEVA bifactorial. Entre: categorización estadística practicada a la interacción genotipos-momentos de fertilización; Dentro: categorización estadística practicada a los momentos de fertilización en cada uno de los genotipos. \* significativo; \*\* altamente significativo; ns: no significativo estadísticamente.

### 3.3 Ensayo III: Estudio de sustratos

La utilización de sustratos en las prácticas de propagación proporciona resultados superiores a los obtenidos utilizando únicamente suelo, además permite el aprovechamiento de materiales diversos, siempre y cuando se conozca y comprendan sus características y necesidades (Ansorena, 1995).

Los resultados obtenidos en este ensayo indican que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, expresando el efecto determinante que tiene el sustrato sobre el crecimiento de las plantas.

Independientemente del genotipo, las plantas generadas en humus mostraron superioridad estadística sobre las plantas desarrolladas en el resto de sustratos, esto se puede atribuir a las propiedades físicas, químicas y biológicas del humus (ver anexos) que favorecen el crecimiento de las plantas (Ferosa, s.f). Se ubican después las plantas generadas en las combinaciones de humus-suelo (1:1) y arena-humus-suelo (1:1:2). Las plantas del genotipo Blanco desarrolladas en el sustrato con relación arena-humus-suelo (1:1:2) fueron estadísticamente superiores a las desarrolladas en la relación humus-suelo (1:1); por el contrario las plantas del genotipo Masaya desarrolladas en la relación humus-suelo (1:1) fueron superiores a las desarrolladas en la relación arena-humus-suelo (1:1:2). En ambos casos, la superioridad estadística de una u otra relación de sustratos se repite en todas las variables (Tabla 5).

En último lugar están las plantas desarrolladas en los sustratos arena y suelo. La arena es el medio más usado para el enraizamiento, aunque es deficiente en nutrientes minerales y posee escasa capacidad amortiguadora o buffer (Trujillo, 1983). Sin embargo, las dos fertilizaciones realizadas le dieron a las plantas del genotipo Masaya generadas en este sustrato la

posibilidad de obtener mejores resultados que los obtenidos en la interacción del sustrato suelo - genotipo Masaya.

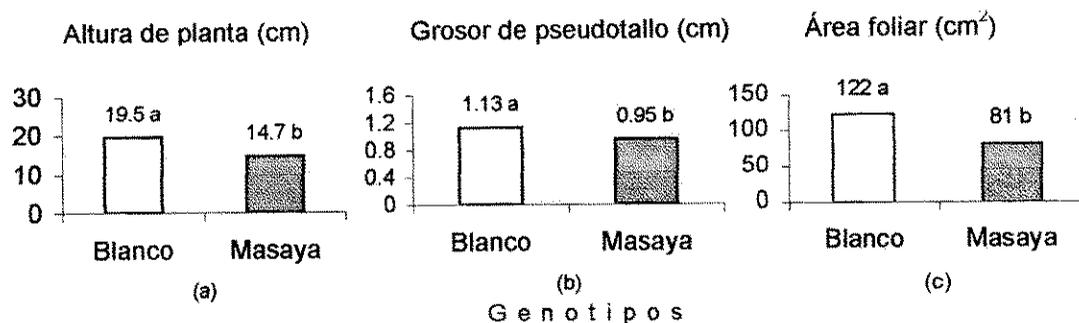
El suelo por lo general es pesado, posee aireación deficiente y poca capacidad para retener agua, debido a lo cual no induce resultados satisfactorios en cuanto al crecimiento y desarrollo de las plantas (Trujillo, 1983), no obstante, un suministro adecuado de minerales aplicado a éste siempre favorece a las plantas.

El patrón genético de las plantas, tiene un efecto importante en el desarrollo de las mismas. Puesto que, se observa que las plantas del genotipo Blanco son superiores a las del genotipo Masaya, respuesta que se mantiene constante en las tres variables, donde se mostraron diferencias estadísticas (Figura 7).

**Tabla 5.** Altura promedio de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm), número de hojas y área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de dos clones de quequisque (Blanco y Masaya) registradas a los 65 dds en el ensayo de sustratos. REGEN- UNA, Managua, 2002.

Genotipo	Sustrato	Altura (cm)			Grosor de pseudotallo (cm)			Número de hojas			Área foliar (cm <sup>2</sup> )		
			entre	dentro		entre	dentro		entre	dentro		entre	dentro
Blanco	Arena	9.82	h	d	0.65	g	d	2.16	a	a	45.31	g	c
	Humus	27.98	a	a	1.61	a	a	2.30	a	a	194.52	a	a
	Suelo	16.29	f	c	1.04	de	c	2.11	a	a	76.97	e	c
	Arena-humus-suelo	22.80	c	b	1.23	c	b	2.30	a	a	157.98	b	b
	Humus-suelo	20.59	d	bc	1.12	d	bc	2.40	a	a	133.50	c	b
ANDEVA <sup>(1)</sup>				**			**		ns			**	
C.V				12.32%			7.41%		8.61%			13.69%	
R <sup>2</sup>				0.896			0.948		0.275			0.930	
Masaya	Arena	11.59	g	c	0.78	f	b	2.16	a	ab	58.41	f	bc
	Humus	25.65	b	a	1.38	b	a	2.40	a	a	158.75	b	a
	Suelo	3.20	i	d	0.29	h	c	1.06	a	b	12.95	h	c
	Arena-humus-suelo	14.81	f	bc	0.99	e	ab	2.35	a	a	71.07	e	b
	Humus-suelo	18.29	e	b	1.30	bc	a	2.72	a	a	102.07	d	b
ANDEVA <sup>(1)</sup>				**			**		*			**	
C.V				4.11%			20.90%		29.37%			30.52%	
R <sup>2</sup>				0.890			0.790		0.520			0.840	
ANDEVA <sup>(2)</sup>			*			*		n.s		*			
C.V			15.96 %			16.77 %		21.15 %		20.74 %			
R <sup>2</sup>			0.90			0.85		0.51		0.90			

Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . (1) ANDEVA unifactorial; (2) ANDEVA bifactorial. Entre: categorización estadística practicada a la interacción genotipos-momentos de fertilización; Dentro: categorización estadística practicada a los momentos de fertilización en cada uno de los genotipos. \* significativo; \*\* altamente significativo; ns: no significativo estadísticamente.



**Figura 7.** Promedio de: (a) altura de planta (cm), (b) grosor de pseudotallo (cm) y (c) área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de dos clones de quequisque (Blanco y Masaya) obtenidas en el ensayo de sustratos establecido en condiciones del REGEN- UNA, Managua, 2002. Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente, según la prueba de rangos múltiples de Tukey;  $\alpha = 0.05$ . Altura de plantas (cm): C.V=15.96 %,  $R^2=0.90$ ; Grosor de pseudotallo: C.V=16.77 %,  $R^2=0.85$ ; Área foliar (cm<sup>2</sup>): C.V=20.74 %,  $R^2=0.90$ .

En el caso de la variable número de hojas, el ANDEVA (ver anexos) indica que no hubieron diferencias significativas entre los genotipos, ni en la interacción genotipo-sustrato, pero si en cuanto a los sustratos.

Sin embargo al ver esta interacciones diferenciando un genotipo del otro se observa que existen respuestas diferentes entre los genotipos, porque mientras las interacciones del clon Blanco no muestran diferencias estadísticas, en las interacciones del clon Masaya se observa un rango de sustratos superiores a otro, en este caso, al sustrato suelo (Tabla 5).

También, al practicarle análisis de correlación resultó que la asociatividad que existe entre las variables altura de planta , grosor de planta y área foliar con respecto al número de hojas (Tabla 6) es ligeramente moderada. Esto indica que el número de hojas no afecta los resultados obtenidos en las otras tres variables.

**Tabla 6.** Análisis de correlación practicado a los datos de las variables: altura de planta (cm), grosor de pseudotallo (cm) y área foliar (cm<sup>2</sup>) versus número de hojas. ensayo de sustratos a los 65 dds. REGEN-UNA, Managua, 2002.

Variables en estudio	Número de Hojas
Altura de planta (cm)	0.396
Grosor de pseudotallo (cm)	0.537
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	0.300

Correlación según parámetros de Pearson; P-Value  $\equiv$  R

#### IV. CONCLUSIONES

- La posición de la yema, el momento de fertilización y los sustratos inciden en la velocidad de brotación de las yemas y el crecimiento de las plantas en los clones de quequisque: Blanco, Masaya y Nueva Guinea, desarrollados a través de la técnica de reproducción acelerada de semilla-CRAS.
- Las yemas sembradas hacia abajo brotaron más rápido que las yemas sembradas hacia arriba, en todos los genotipos. El genotipo Blanco registró superioridad en la variable altura de planta.
- Las plantas desarrolladas donde se aplicaron fertilizaciones consecutivas a los 30 y 45 dds, obtuvieron los mejores resultados.
- Las fertilizaciones consecutivas efectuadas a los 0-15-30-45 dds indujo a que las plantas obtuvieran los valores más bajos junto a las plantas testigo (sin fertilización), lo que sugiere que una mayor fertilización no necesariamente conduce a un mejor crecimiento de las plantas.
- En las variables altura de planta y grosor de pseudotallo los mejores resultados los obtuvieron los genotipos Blanco y Nueva Guinea con la fertilización efectuada a los 30 y 45 dds. En cuanto al área foliar, la interacción del genotipo Blanco con la fertilización realizada a los 30 y 45 dds se mostró superior a la interacción del genotipo Nueva Guinea con la misma fertilización.
- Independientemente del genotipo, las plantas establecidas en humus mostraron superioridad estadística sobre las plantas desarrolladas en el resto de sustratos. Después están las plantas establecidas en las relaciones de sustratos humus-suelo (1:1) y arena-humus-suelo (1:1:2).

- En el ensayo de sustratos las plantas del genotipo Blanco se mostraron estadísticamente superiores a las plantas del genotipo Masaya.

## V. RECOMENDACIONES

- Considerar los resultados obtenidos en el presente trabajo para optimizar la metodología de obtención rápida de semilla de quequisque con calidad fitosanitaria a través de la técnica de reproducción acelerada de semilla-CRAS.
- Evaluar el efecto que ejercen sobre la velocidad de brotación y crecimiento de las plantas la procedencia de la yema. Según lo mencionan López *et al.*, (1995) las plantas procedentes de las distintas partes del corno primario presentan diferencias en su crecimiento y desarrollo con las logradas a partir de la planta madre o bien con las yemas apicales de los cormelos.
- Para reproducir plantas de quequisque a través de la técnica CRAS se deben sembrar las porciones de corno con las yemas hacia abajo, en sustrato humus o en la relación suelo-humus y fertilizar con aplicaciones sucesivas a los 30 y 45 dds con 5 g de fertilizante completo (15-15-15; u otro completo) por m<sup>2</sup>, diluidos en agua.
- Las plantas propagadas a través de la técnica CRAS en cantero o en bolsas pueden ser transplantadas al campo a partir de los 120 dds.

## VI. REFERENCIAS

- Acevedo C., L.N. 2001. Comportamiento de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Yolaina, Municipio de Nueva Guinea. Tesis Ing. Agr. Managua, NIC. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. 43 p.
- Ansorena M, J. 1995. Sustratos: propiedades y características. Edi. Mundi-Prensa. Bilbao, ES. 172 p.
- Arzola P., N.; Fundora H., O. & Machado de Armas, J. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo y educación. 1ra reimpresión. La Habana, CU. 461 p.
- Ballester O., J.F. 1993. Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales. Valencia, ES. 43 p.
- Cedeño M., A. & Bosques V., A. 1988. A New method for rapid multiplication of cocoyam (*Xanthosoma spp.*) vegetative material. 1p.
- Cedeño M., A. & Bosques V., A. 1992. Yield of cocoyam cultivars propagated by the single bud method. The Journal of agriculture of the University of Puerto Rico. Vol. 76 (No.1). p. 1-7.
- Ferrosa (Fertilizantes Organicos, S.A). s.f. Humus. Oficinas: Estatua Monseñor Lazcano 2 ½ cuadras al lago. Managua, NIC. Panfleto.

- Gómez, Y.A. 2000. Multiplicación de tres cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) mediante la técnica de propagación acelerada de semilla (CRAS). Tesis (Ing. Agr.). Managua, Nicaragua. (Universidad Nacional Agraria). Facultad de Agronomía. 29 p.
- Góngora & Luna, J. 1997. Evaluación fitosanitaria del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) en Nueva Guinea y El Rama. CATIE-INTA. 14 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2001. El municipio de Managua. Amunic. Managua, NIC. 38 p.
- INTA, 2000. Guía tecnológica 24: cultivo del quequisque. 23 p.
- López, Z. M; Vázquez, B.E. & López, F.R. 1995. Raíces y tubérculos. Eds. R.M. Ojeda; L.J Mora. 2da ed. Habana, CU. Editorial Pueblo y Educación. p. 98-221.
- Maradiaga P, A.J. 2002. Comportamiento agronómico en condiciones de El Viejo, Chinandega, de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott), reproducidas a través de dos técnicas de propagación. Tesis (Ing. Agr.). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. 32 p.
- MAG. 1995. El quequisque en el mercado internacional. Agricultura & desarrollo. No. 10: p. 1-12.
- MAG-FOR. 2000. Producción y comercialización de la malanga. Agricultura & Desarrollo. No. 60: p. 1-11.

- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. 2da ed. San José, CR. p. 70-90.
- Monterroso, S. D. 1996. Jengibre y quequisque: cultivos priorizados en el trópico húmedo. CATIE-INTA. 37 p.
- Morales, C.R. 1987. Manual de laboratorio de fisiología vegetal. 178 p.
- Reyes C., G. 1996. Diagnóstico, saneamiento y propagación *in vitro* de clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*) utilizados en Río San Juan y Nueva Guinea. 10 p.
- Rojas C., R. 1998. Reproducción de "semilla limpia" de tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *Xanthosoma violaceum*) blanco y morado a partir de plántulas *in vitro*. Eds. A. Silva; M. Hernández. (Serie Brunca). CR. 39 p.
- Salazar S., S. 1991. Micropropagación de aráceas comestibles. In Roca, WM; Mroginski, LA. eds. Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones. Cali, CO. p. 469-480.
- Trujillo, J. 1983. Propagación Vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, CU. 141 p

## **VII. Anexos**

**Anexo 1.** ANDEVA: Número de hojas versus Genotipos (Blanco, Masaya & Nueva Guinea) y, Fertilización (Testigo; 0-15-30-45 dds; 15 dds, 30 dds y 45 dds; 30-45 dds).

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Sumade cuadrados	Cuadrados medios	Fc	P
Genotipo	2	3.67517	1.83759	57.56	0.000
Sustrato	5	2.57417	0.51483	16.13	0.000
Genotipo*Fertilización	10	0.57311	0.05731	1.80	0.084
Error	54	1.72395	0.03193		
Total	71	8.54640			
		C.V= 8.31%	R <sup>2</sup> = 0.80		

**Anexo 2.** ANDEVA: Número de hojas versus Genotipos (Blanco y Masaya) y Sustratos (arena, suelo, humus; humus-suelo 1:1; arena-humus-suelo 1:1:2).

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Sumade cuadrados	Cuadrados medios	Fc	P
Genotipo	1	0.1357	0.1357	0.63	0.435
Sustrato	4	4.3467	1.0867	5.02	0.003
Genotipo*Sustrato	4	2.2959	0.5740	2.65	0.052
Error	30	6.4922	0.2164		
Total	39	13.2705			
		C.V= 21.15%	R <sup>2</sup> = 0.51		

### Anexo 3. Propiedades físicas, químicas y biológicas del humus.

---

#### Propiedades físicas:

---

- Mejora la estructura a favor de los cultivos, dando soltura a los suelos pesados y compactos, por consiguiente mejora la porosidad.
- Mejora la permeabilidad y aireación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.

---

#### Propiedades químicas:

---

- Equilibra las funciones químicas del suelo a sus condiciones de humidificación y de mineralización de las materias orgánicas nitrogenadas, facilitando la absorción de los elementos nutritivos para las plantas.
- Favorece el intercambio catiónico del suelo por la formación del complejo "arcillo húmico" absorbente y regulador de la nutrición de la planta.
- Es una fuente de gas carbónico de la oxidación del humus que contribuye a solubilizar algunos minerales del suelo brindando la posibilidad de la movilización de los nutrientes para que la planta pueda aprovecharlos.
- Incrementa la fertilización del suelo por el efecto residual que se mantiene hasta por cinco años.

---

#### Propiedades biológicas:

---

- \* - La presencia de Humatos favorece el desarrollo del sistema radicular.
- Fortalece diversos metabolismos biológicamente activos por el aporte de enzimas, estimulando las plantas.
- Su riqueza en microorganismos le da un gran aporte energético por la gran cantidad de organismos mineralizantes que favorece la acción antiparasitaria y protege las plantas de las enfermedades, aumentando las defensas naturales.

#### Anexo 4. Esquema de propagación vía CRAS

**Foto 1.** Almacenamiento de los cormos hasta que broten las yemas axilares.



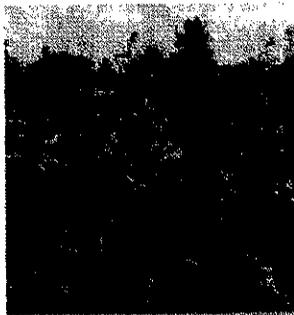
**Foto 2.** Extracción de las yemas con sacabocados o cuchillo.



**Foto 3.** Yemas preparadas para la siembra.



**Foto 6.** Plantas de quequisque trasladadas al campo.



**Foto 5.** Plantas de quequisque establecidas en bolsas con sustrato.



**Foto 4.** Plantas de quequisque establecidas en cantero.

