



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

Producción de semilla en tres localidades de
Nueva Guinea de cinco cultivares de Quequisque
(*Xanthosoma* spp.)

Autor:

Br. Álvaro Francisco Zamora Jarquín

Asesores

Dr. Guillermo Reyes Castro

Ing. Agr. Ena Mabel Rivers Carcache

Ing. Agr. Jairo Evenor Blanco Marín

Managua, Nicaragua Septiembre, 2009

DEDICATORIA

A mi Madre por ser la amiga incondicional que nunca me dijo que no, al contrario estuvo paso a paso para que terminara mi carrera y aun estando en los momentos más difíciles jamás nos dijo que no a mis hermanos y a mí, que somos los profesionales más orgullosos del mundo, por tener a esa mujer de bien a nuestro lado que Diosito te bendiga.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por darme fuerza y perseverancia.
- A mi madre Maura Jarquín Blandón por darme su apoyo incondicional e impulsarme siempre a seguir adelante con mi amigo y padre José Adrian Rivera que siempre se interesó porque fuera un hombre de bien enseñándome a trabajar.
- A mis hermanos Ing. Erick Blandón Jarquín y Lic. Heylin Zamora Jarquín, por darme siempre apoyo moral y tomarlos como ejemplo de superación.
- A mi mama Mercedes por ser mi segunda madre y darme su bendición y el regalo más grande a mi mama Maura, siempre te amaremos abuelita.
- A mi amigo y asesor Dr. Guillermo Reyes Castro que estuvo paso a paso para que este trabajo fuera siempre exitoso, junto con la Ing. Ena Rivers, gracias Memo por darnos consejos de éxitos a mis compañeros y a mí.
- A mi hermano Roberto Arnuelo por estar paso a paso en la etapa de campo conmigo y viajar un año a Nueva Guinea a (trabajar), gracias Caballo.
- A todos mis compañeros de clases **La Indiada** por brindarnos los mejores años de nuestras vidas.
- Al ingeniero del INTA-Nueva Guinea Jairo Blanco por co-asesorar la tesis, por facilitar a los productores para establecer las parcelas experimentales.
- A los productores por ser los que nos inspiran a seguir investigando para mejorar la economía de las familias productoras de Nicaragua y sacar este país de la pobreza produciendo alimentos de buena calidad.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivo específico	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1. Localización del ensayo	3
3.2. Establecimiento del ensayo y diseño experimental	3
3.3. Prácticas agronómicas	4
3.4. Variables evaluadas	4
3.4.1. Variables morfológicas	4
3.4.2. Variables de rendimiento	5
3.4.3. Variables de propagación	5
3.5. Análisis estadístico	5
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4.1 Variables morfológicas	7
4.2 Variables de rendimiento	8
4.3 Variables de propagación	10
V. CONCLUSIONES	19
VI. RECOMENDACIONES	20
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
VIII. ANEXOS	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Nombres, código, origen y especies de los cultivares de quequisque estudiados.	3
2.	Análisis de varianza y categorías estadísticas de las variables morfológicas a los 213 dds (según Modelo 1, cultivar por localidad).	7
3.	Análisis de varianza realizado y categorías estadísticas a las variables morfológicas a los 213 dds (según Modelo 2, interacción cultivar por localidad).	8
4.	Análisis de varianza y categorías estadísticas de las medias de las variables de rendimientos a la cosecha (300 dds) utilizando Modelo 1 (cultivar por localidad).	9
5.	Análisis de varianza, para la variable de rendimiento número de cormelos, peso, diámetro, longitud y rendimiento estimado (Modelo 2).	10
6.	Análisis de varianza y categorías estadísticas de las medias de las variables del cormo a la cosecha (300 dds) utilizando Modelo 1 (cultivar por localidad).	11
7.	Análisis de varianza y categorías estadísticas (300 dds) utilizando Modelo 2 (cultivares por localidades).	12
8.	Análisis de varianza, significancias estadísticas de las medias del numero de yemas por cormelos, cormos e hijos de los cultivares en las localidades evaluadas.	13
9.	Análisis de varianza para las variables de propagación yemas por cormelos, cormos e hijos Modelo 2.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Plano de campo definido para los tres ensayos.	4
2.	Promedios de hijos por vitroplantas de los cultivares CH, LE, Bco, SR y TI en las tres localidades.	14
3.	Esquema de uso de la técnica de reproducción acelerada de semilla en quequisque y malanga, partiendo de vitroplantas libres de las principales plagas y enfermedades.	15

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Alturas de las plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	25
2.	Alturas de las plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	25
3/.	Alturas de las plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	25
4.	Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	26
5.	Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	26
6.	Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	26
7.	Numero de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	27
8.	Numero de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	27
9.	Numero de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	27
10.	Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	28
11.	Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	28
12.	Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	28
13.	Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	29
14.	Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	29
15.	Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	29

16.	Número de hijos de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.	30
17.	Número de hijos de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.	30
18.	Número de hijos de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.	30

RESUMEN

Quequisque (*Xanthosoma* spp.) fue hasta el 2004 la especie más exportada entre raíces y tubérculos de Nicaragua. Las áreas comerciales y los rendimientos declinaron debido al *Virus del mosaico del dasheen* (DsMV) y mal seco (*Phyitium myriotylum*) transmitidos a través del material de propagación. Los productores demandan semilla con calidad genética y fitosanitaria. Plantas obtenidas de callos pueden ser utilizadas en la producción de semilla, esto facilita el saneamiento y la propagación de las especies. Plantas regeneradas de callos de los cultivares Blanco (Bco), Chinandega (CH), Ticuantepe (TI), San Ramón (SR) y La Escalera (LE) se establecieron en Nueva Guinea, Zona 7 (Z7), Los Ángeles (LA) y Los Pintos (LP), en postrera del 2007 para evaluar la morfología, rendimiento y el potencial de la producción de semilla. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con tres bloques y 30 plantas por cultivar. Los cultivares obtuvieron rendimientos promedios de 6-9 t ha⁻¹. Los mayores rendimientos se registraron en LP (10.18 t ha⁻¹) y LA (9.39 t ha⁻¹). SR, CH y LE registraron rendimientos significativamente superiores a la media nacional 7.2 t ha⁻¹. El cultivar Bco disminuyó precozmente en la localidad Z7. La producción de yemas fue inferior a las reportadas por otros estudios con vitro plantas (21 yemas promedio). Los rendimientos obtenidos superan significativamente los reportados en cultivares propagados convencionalmente, pero menores que los obtenidos con plantas *in vitro*.

Palabras claves: cultivar, semilla, callos, *in vitro*, *Xanthosoma*.

ABSTRACT

Cocoyam (*Xanthosoma* spp.) was until 2004 the most export roots and tubers in Nicaragua Commercial plantations and yields declined due to *Dasheen Mosaic Virus* (DsMV) and rot root disease (*Pythium myriotylum*) transmitted through the planting material. Farmers demand genetics and health good quality seed. Calli originated can be utilized in seed productions and plant propagations. Calli regenerated plants of Blanco (Bco), Chinandega (CH), Ticuantepe (TI), San Ramón (SR) and La Escalera (LE) were established in Nueva Guinea localities Zona 7 (Z7), Los Pintos (LP) and Los Ángeles (LA), in postera 2007 to evaluate the morphology, yield and seed production potentials. The experiments were settled up in a complete block design whit three blocks and 30 plants per cultivar. Mean estimated yields per cultivar 6-9 t ha⁻¹ were obtained. The highest yields were registered in LP (10.18 t ha⁻¹) and LA (9.39 t ha⁻¹). LE, CH and SR obtained significantly higher yields than the national average 7.2 t ha⁻¹. Bco delivered precociously in Z7. The buds production was lower than those reported by other studies *in vitro* plants (21 buds on average). Yields obtained were significant superiors than those obtained with plants *in vitro* in other studies.

Keywords: crops, seeds, calli, *in vitro*, *Xanthosoma*.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivo específico	2
III. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1. Localización del ensayo	3
3.2. Establecimiento del ensayo y diseño experimental	3
3.3. Prácticas agronómicas	4
3.4. Variables evaluadas	4
3.4.1. Variables morfológicas	4
3.4.2. Variables de rendimiento	5
3.4.3. Variables de propagación	5
3.5. Análisis estadístico	5
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4.1 Variables morfológicas	7
4.2 Variables de rendimiento	8
4.3 Variables de propagación	10
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
ANEXOS	23

I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *X. violaceum*) pertenece a la familia de las Araceae, es originario de América tropical. Es una de las 6 especies de las raíces y tubérculos más importante en el mundo. África es el mayor productor, seguido de Asia y Oceanía. Según el MIFIC (2005) los principales países productores son Nigeria, Ghana, China y Japón (FAO 2004). Los principales países compradores de quequisque producido en Nicaragua son Estados Unidos y Puerto Rico.

Las enfermedades más importantes del quequisque son el *Dasheen Mosaic Virus* (DsMV) (Reyes, 2006) y mal seco causada por *Pythium myriotylum* (Pernell, 2006, Adiobo, 2006). El DsMV se reporta entre 68-100 % de las plantas en las plantaciones comerciales de Nicaragua (Reyes *et al*, 2005) y puede causar hasta 26% de reducción de los rendimientos (Reyes *et al*, 2006). Actualmente el mal seco es la enfermedad más devastadora con reducción de la producción de hasta 90 % (Nzietchuen, 1983, Saborío, 2004) y en Nicaragua está presente en las zonas de producción para exportación.

En la década de los ochenta el incremento de la demanda internacional de quequisque motivó a los productores del trópico húmedo (Nueva Guinea, El Rama y Rio San Juan), a sembrar pequeñas áreas para exportación, lo que se logró con éxito, y en los años subsiguientes las áreas de producción se incrementaron, según MAGFOR (2003), hasta llegar al máximo de 30 mil hectáreas sembradas en el 2001.

Para incrementar las áreas de siembra durante los ochentas los productores del trópico húmedo utilizaron semilla proveniente de Costa Rica sin pasar ninguna norma cuarentenaria, como consecuencia resultó la entrada del mal seco y la contaminación de los suelos con el Oomicete. Lo anterior explica la existencia y la perdurabilidad de la enfermedad en estas áreas y los bajos rendimientos nacionales (CEI, 2005; MAGFOR, 2003).

La falta de semilla libre de enfermedades es un problema serio que afecta a la producción. La buena calidad de la semilla permite obtener plantas sanas, vigorosas, libres de enfermedades y buenos rendimientos asegurados (INTA, 2000, Reyes *et al.*, 2008). Los agricultores quequisqueros nacionales demandan semilla de buena calidad genética y fitosanitaria.

García y Calero (2007) reportaron por primera vez en Nicaragua la utilización de vitroplantas en la producción de semilla con calidad genética y fitosanitaria. Las vitroplantas sanas se produjeron a través de cultivos de meristemos y se diagnosticaron libres de DsMV con la prueba ELISA. En condiciones de Quilalí, zona no tradicional

del cultivo, se evaluó el comportamiento agronómico de plantas y el potencial de propagación empleando la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS), bajo el esquema propuesto por Reyes y Aguilar en (2005). La TRAS contribuye a maximizar el potencial de propagación de las plantas, y se puede generar entre treinta y cuarenta nuevas plantas de una planta madre en dos meses.

En Nicaragua este es el primer estudio que se realiza y se evalúa es comportamiento morfológico, rendimiento y propagación de vitroplantas generadas del proceso del cultivo de callos *in vitro* (organogénesis indirecta), una vez establecida en tres localidades de Nueva Guinea. Las plantas regeneradas de callos fueron obtenidas y propagadas por Corea (2007).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico y potencial de producción de semilla en tres localidades de Nueva Guinea de cinco cultivares de quequisque propagados vía callos.

2.2. Objetivo específicos

- Evaluar el comportamiento morfológico de las plantas establecidas en Los Ángeles, Zona 7 y Los Pintos.
- Evaluar el rendimiento de los cultivares en las tres localidades.
- Evaluar el potencial de propagación de las plantas producidas a través de callos *in vitro*.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo

El estudio se estableció en el municipio de Nueva Guinea, Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS). Según INETER (2008) el municipio está ubicado a 150 msnm con coordenadas de 11° 84´ lat. N y 84° 25´ longitud oeste con temperatura promedio anual de 23 °C y una precipitación de 2000 a 3000 mm anuales, y suelos de textura franco arcilloso.

Se evaluaron los cultivares Chinandega, San Ramón, Blanco, Ticuantepe y La Escalera establecidos en ensayos en las localidades Los Ángeles (LA), Zona 7 (Z7) y Los Pintos (LP). Los cultivares fueron producidos a través de callos *in vitro* en el laboratorio de cultivo de tejido de la Universidad Nacional Agraria por Corea en 2007. En el Cuadro 1 se detallan los nombres, códigos, origen y especie de los cultivares. El ensayo se estableció en noviembre del 2007 y se cosechó en agosto del 2008.

Cuadro 1. Nombres, códigos, origen y especie de los cultivares de quequisque estudiados.

Nombre	Código	Origen	Especie
Blanco	Bco	Nueva Guinea	<i>X. sagittifolium</i>
Chinandega	CH	Chinandega	<i>X. violaceum</i>
San Ramón	SR	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>
Ticuantepe	Ti	Ticuantepe	<i>X. violaceum</i>
La Escalera	LE	Matagalpa	<i>X. violaceum</i>

3.2. Establecimiento del ensayo y diseño experimental

Los ensayos se establecieron en esquema del diseño completo al azar, cada ensayo estuvo conformado por tres bloques con 30 plantas por cultivar, 150 plantas por bloque y 450 plantas por ensayo y un área total de cada ensayo de 252 m². Los tratamientos se distribuyeron según el siguiente plano de campo.

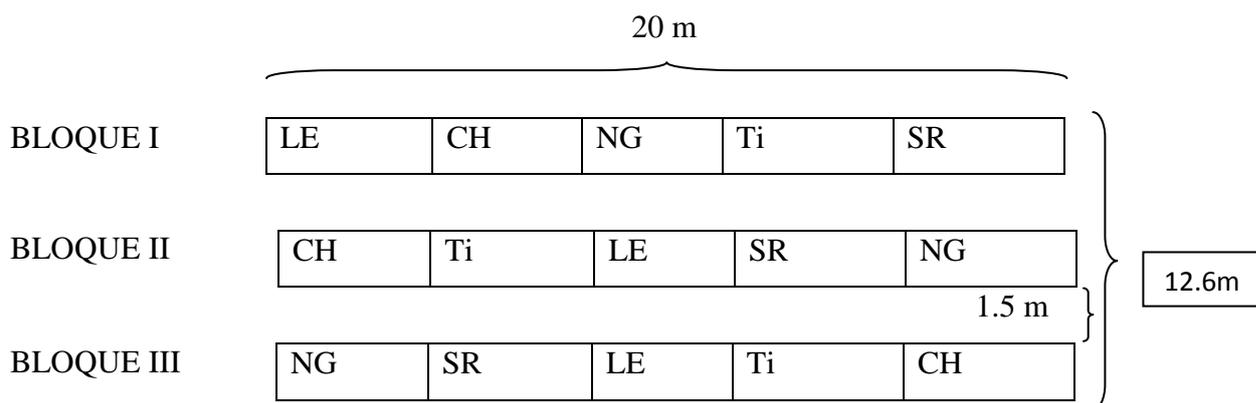


Figura 1. Plano de campo definido para los tres ensayos.

3.3. Prácticas agronómicas.

Para el establecimiento de los ensayos se realizaron las prácticas siguientes:

Preparación de suelo. Se aró con arado de bueyes los lugares donde se establecieron los ensayos y hacer zanjas de drenaje para evitar el encharcamiento en los primeros días de estadio del cultivo.

Siembra. Se realizó el ahoyado con azadones. Las plantas establecidas en sombreadero en bolsas de polietileno, se sembraron a 0.80 m entre planta y 1.0 m entre surcos.

Control de malezas. Se realizó con azadón cada 15 días y luego mensual hasta que las plantas lograron el cierre de la calle.

Aporque. Se aporcó para fijar la planta al suelo, se realizó después de cada fertilización.

Fertilización. Se entregó a cada productor fertilizantes completos de formulación 12-24-12 NPK y Urea 46%. Se utilizó 126 kg ha⁻¹. La primera fertilización se realizó al momento de la siembra, las siguientes fertilizaciones después cada 40 días.

3.4. Variables evaluadas

3.4.1. Variables morfológicas

Se realizaron evaluaciones periódicas a los 45, 73, 125 y 213 días después de la siembra (dds).

Altura de planta (cm). Se evaluó desde el punto de inserción de las hojas envainadoras y el cormo en la planta madre.

Diámetro de pseudotallo (cm). Se midió con un vernier en el punto de inserción de la vaina de la hoja con el cormo.

Número de hojas. Se contabilizó el número de hojas presentes en la planta.

Ancho de la hoja (cm). Se midió en el lugar de mayor amplitud de la hoja.

Largo de la hoja (cm). Se midió desde el punto de inserción del peciolo con la lámina foliar hasta el peciolo de la hoja.

3.4.2. Variables de rendimiento

Número de cormelos. Se contabilizó el número de cormelos producidos por cada planta.

Peso de cormelos. Se pesaron en una balanza los cormelos producidos por cada planta, (en onzas y luego se convirtieron a gramos).

Diámetro y longitud de cormelos. Se midieron con una regla graduada dos cormelos al azar por planta.

3.4.3. Variables de propagación

Al momento de la cosecha se contabilizó el número de yemas por cormo, por cormelos y por hijos. Se evaluaron dos cormelos al azar por planta. Se midió el diámetro y longitud (cm) y peso de cormo de la planta madre (g).

3.5. Análisis estadístico

A los datos de las variables morfológicas, rendimiento y propagación se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar las diferencias significativas entre los cultivares, entre las localidades y la interacción cultivar/localidad. Se utilizó la prueba de separación de medias de Tukey en los casos que el ANDEVA encontró sin tener diferencias significativas entre los tratamientos. Se utilizaron los siguientes modelos aditivos lineales: el primer modelo para evaluar las diferencias entre los cultivares en cada localidad y el segundo modelo para evaluar la interacción del cultivar/localidad.

Modelo 1

$$Y_{ijm}: \mu + \beta_i + C_j + e_{ijm}$$

Donde:

μ = media poblacional;

β_i = efecto del i -ésimo bloque;

C_j = efecto del j -ésimo cultivar;

e_{ijm} = error experimental;

El modelo 2 se empleó para evaluar la interacción del cultivar/localidad.

Modelo 2

Donde:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + C_j + L_l + CL_{jl} + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Promedios para un carácter de un individuo m de j cultivar en l localidad;

μ = Media poblacional;

β_i = Efecto del i -ésimo bloque;

C_j = Efecto del j -ésimo cultivar;

L_l = Efecto de la l -ésima localidad;

CL_{jl} = Efecto de la interacción entre el j -ésimo cultivar y l -ésima localidad.

e_{ijkl} = Error entre plantas individuales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables morfológicas

Según el ANDEVA a las variables morfológicas (Modelo 1, cultivar por localidad) a los 213 dds, tres cultivares desarrollaron alturas de plantas estadísticamente inferiores al resto de los cultivares. En LP el cultivar Bco, en LA el cultivar Ti y en Z7 el cultivar SR (Cuadro 2). En el diámetro del pseudotallo registró diferencias significativas únicamente el LP, donde Bco registró valores estadísticamente inferiores.

Cuadro 2. Análisis de varianza y categorías estadísticas de las variables morfológicas a los 213 dds (según modelo 1, cultivar por localidad).

Localidad	Cultivar	Variables				
		Altura de plantas (cm)	Diámetro de pseudotallo (cm)	Número de hojas	Longitud de hojas (cm)	Ancho de hojas (cm)
Los Pintos	Bco	33.80 b	3.20 b	2.73 b	16.73 b	18.40 ab
	SR	47.06 a	4.80 ab	4.13 a	20.53 a	21.20 a
	TI	47.20 a	5.20 a	4.00 a	22.93 a	15.13 b
	CH	44.46 a	4.26 ab	3.53 ab	20.53 a	17.46 ab
	LE	48.46 a	4.13 ab	4.13 a	21.60 a	16.73 ab
Los Ángeles	Bco	40.27 ab	3.53 a	2.60 b	17.53 ab	17.60 b
	SR	44.80 a	4.40 a	3.86 a	21.20 a	21.53 a
	TI	33.80 b	3.20 a	3.20 ab	15.53 b	24.00 a
	CH	36.80 ab	3.30 a	2.93 ab	19.13 ab	22.06 a
	LE	39.33 ab	3.33 a	3.26 ab	17.06 ab	23.86 a
Zona 7	Bco	40.93 ab	3.26 a	1.73 b	21.00 a	20.70 ab
	SR	33.03 ab	2.50 a	1.73 b	13.60 b	14.06 b
	TI	39.67 ab	3.40 a	2.06 b	16.53 ab	17.96 ab
	CH	36.87 ab	3.16 a	2.13 ab	18.76 ab	20.20 ab
	LE	45.73 a	3.70 a	2.86 a	22.26 a	24.66 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

El cultivar Bco registró un número de hojas estadísticamente inferior en las tres localidades. En Z7 los cultivares SR y TI también desarrollaron menos hojas (Cuadro 2). Las hojas del cultivar Bco fueron de menor longitud el LP, las de TI en LA y las de SR en Z7.

El ancho de las hojas también presentó diferencias estadísticas entre los cultivares, TI registró las hojas menos anchas en LP, el cultivar Bco en LA, y SR en la Z7 (Cuadro 2). Según el Modelo 2 (interacción cultivar por localidad, Cuadro 3) en LA se produjeron plantas con un crecimiento estadísticamente superior. LP y Z7 obtuvieron una tendencia más baja que LA presentando los menores valores para las variables evaluadas.

Cuadro 3. Análisis de varianza realizado y categorías estadísticas a las variables morfológicas a los 213 dds (según modelo 2, interacción cultivar por localidad).

Variabes morfológicas					
	Altura de plantas (cm)	Diámetro de pseudotallo (cm)	Número de hojas	Longitud de hojas (cm)	Ancho de hojas (cm)
Localidades					
LA	44.33 a	4.23 a	3.70 a	20.46 a	22.21 a
LP	39.00 b	3.55 b	3.17 b	18.09 b	17.75 b
Z7	39.24 b	3.20 b	2.10 c	18.47 b	19.09 b
Cultivares					
Bco	38.33 b	3.33 a	2.35 b	18.42 a	19.22 a
SR	41.63 ab	3.57 a	2.86 ab	19.47 a	19.66 a
TI	40.22 ab	3.93 a	3.08 ab	18.40 a	19.61 a
CH	39.37 ab	3.90 a	3.24 a	18.44 a	18.79 a
LE	44.73 a	3.72 a	3.42 a	20.31 a	21.29 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los cultivares SR, CH, TI y Bco se comportaron de forma similar en todas las variables morfológicas, LE tuvo una leve variación en comparación a los otros cultivares por registrar menores valores en altura de planta y número de hojas.

4.2. Variables de rendimiento

El ANDEVA utilizando el Modelo 1 (cultivar por localidad) registró en la localidad Z7 que los cultivares LE, SR, CH y TI presentaron número de cormelos significativamente inferiores. En LP el cultivar SR también presentó una cantidad de cormelos significativamente inferior. Los cultivares en LA no registraron diferencias estadísticas (Cuadro 4). El cultivar Bco establecido en LP produjo cormelos con peso significativamente menor que CH y LE, pero similar a los reportados por los cultivares TI y SR. El peso de los cormelos del cultivar CH fue similar a los registrados por SR y TI. En LA él cultivar Bco también obtuvo pesos de cormelos significativamente menores que los cultivares LE, SR y CH. En la Z7 no se registraron diferencias significativas entre los cultivares (Cuadro 4).

Los cultivares LE y TI establecidos en LA registraron los cormelos con diámetros significativamente mayores, aunque TI fue similar a los reportados por Bco, CH y SR. Los cultivares en LP presentaron diámetros significativamente similares. En Z7 los cormelos del cultivar Bco registraron diámetros significativamente similares a CH, SR y LE pero superiores a TI (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza y categorías estadísticas de las medias de las variables de rendimiento a la cosecha (300 dds) utilizando Modelo 1 (cultivar por localidad).

Localidad/ Cultivar	Variables de cormelos				
	Número	Peso por planta (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Los Ángeles					
LE	12.80 a	842 a	4.50 a	13.45 a	10.73 a
SR	14.00 a	837 a	3.60 b	11.60 a	10.67 a
CH	17.06 a	871 a	3.80 b	12.33 a	11.10 a
TI	13.26 a	673 ab	4.10 ab	12.13 a	8.58 ab
Bco	12.13 a	463 b	3.60 b	7.45 b	5.90 b
Los Pintos					
LE	14.73 ab	1098 a	3.63 a	10.39 a	14.00 a
SR	11.73 b	678 bc	3.50 a	11.67 a	8.64 bc
CH	15.00 ab	954 ab	3.66 a	10.81 a	12.16 ab
TI	12.40 ab	716 bc	3.75 a	9.84 a	9.12 bc
Bco	17.13 a	551 c	3.48 a	5.91 b	7.02 c
Zona 7					
LE	7.13 b	200 a	3.11 ab	9.91 a	2.55 a
SR	5.93 b	247 a	3.23 ab	10.25 a	3.15 a
CH	8.13 b	300 a	3.36 ab	9.28 a	3.82 a
TI	6.06 b	272 a	2.76 b	9.89 a	3.46 a
Bco	13.46 a	410 a	3.57 a	6.25 b	5.22 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En LA el cultivar Bco obtuvo rendimientos significativamente menores que los cultivares LE, SR y CH, pero similar a los encontrados en TI. El cultivar Bco establecido en LP produjo rendimientos significativamente menores que CH y LE, pero similar a los registrados a en los cultivares TI y SR. El rendimiento de CH fue similar a los registrados en los cultivares SR y TI. En la Z7 no se registraron diferencias significativas entre los cultivares (Cuadro 4). El cultivar Bco presentó longitudes de cormelos estadísticamente inferiores a los demás cultivares en las tres localidades.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable de rendimiento, número de cormelos, peso, diámetro, longitud y rendimiento estimado (modelo 2).

	Variabes de cormelos y rendimiento estimado				
	Número	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Rdto. estimado (t ha⁻¹)
Localidades					
LA	13.85 a	737 a	3.91 a	11.39 a	9.39 a
LP	14.00 a	799 a	3.58 b	965 b	10.18 a
Z7	8.12 b	286 b	3.13 c	9.11 b	3.64 b
Cultivares					
Bco	14.24 a	475 c	3.40 ab	6.54 b	6.05 c
SR	10.55 c	588 abc	3.36 b	11.14 a	7.49 abc
TI	10.57 bc	554 bc	3.50 ab	10.52 a	7.06 bc
CH	13.46 ab	709 ab	3.63 ab	10.81 a	9.03 ab
LE	11.55 abc	716 a	3.81 a	11.26 a	9.09 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Según el Modelo 2 (interacción cultivar por localidad, Cuadro 5), en LA las plantas desarrollaron valores estadísticamente mayores en las variables de rendimiento. LP registró cormelos con diámetros y longitud estadísticamente inferiores. En Z7 las plantas desarrollaron valores significativamente inferiores en todas las variables. Los cultivares CH y LE alcanzaron los mayores valores en todos los componentes de las variables de rendimiento.

4.3. Variables de propagación

En LA el cultivar SR produjo los cormos estadísticamente más pesados, similar a CH y superior a los otros cultivares. Los cultivares LE, TI y Bco obtuvieron los pesos de los cormos significativamente más bajos, similar a los registrados por CH. En LP los cultivares LE, CH y TI registraron los cormos más pesados, y los cultivares Bco y SR registraron los cormos significativamente menos pesados pero similares a CH y TI. En Z7 no hubo diferencias estadísticas entre los cultivares (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza y categorías estadísticas de las medias de las variables del cormo a la cosecha (300 dds), utilizando modelo 1 (cultivar por localidad).

Cultivar	Los Ángeles			Los Pintos			Zona 7		
	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
LE	516 b	7.06 a	6.90 ab	884 a	9.10 a	8.40 a	709 a	3.73 a	0.46 c
SR	828 a	7.23 a	9.06 a	569 b	7.93 a	8.26 a	485 a	0.60 b	5.60 bc
CH	703 ab	7.76 a	6.80 ab	671 ab	7.50 a	7.70 a	476 a	0.60 b	8.56 a
TI	542 b	7.10 a	7.36 ab	703 ab	8.03 a	6.66 a	491 a	0.63 b	0.93 c
Bco	499 b	6.52 a	6.26 b	534 b	6.63 a	6.20 a	519 a	1.70 ab	7.66 ab

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En LA y LP los cultivares no registraron diferencias estadísticas en el diámetro del cormo, sin embargo en la Z7 los cultivares LE y Bco fueron estadísticamente mayores

en esta variable. Los cultivares SR, CH y TI produjeron los cormos significativamente más angostos pero similares a Bco (Cuadro 6).

En LA, el cultivar SR produjo cormos significativamente más largos y similares a los de LE, CH y TI. El cultivar Bco registró los cormos más pequeños, pero similares a los registrados por LE, CH y TI. En LP no hubo diferencias significativas entre los cultivares; en Z7 los cultivares LE y TI produjeron cormos significativamente mayores pero similares a los producidos por CH. Los cultivares SR y Bco registraron los cormos de menor tamaño, aunque los cormos del cultivar NG, fueron similares a los registrados por CH (Cuadro 6). El análisis de varianza de las variables de corno Modelo 2 (interacción cultivar por localidad, Cuadro 7), registra que en Z7 las plantas produjeron cormos con diámetro y longitud estadísticamente superiores, sin embargo con los menores valores de peso. Las localidades LP y LA fueron similar en cuanto a peso, diámetro y longitud de corno.

Cuadro 7. Análisis de varianza y categorías estadísticas de las medias de las variables del corno a la cosecha (300 dds) utilizando el Modelo 2 (interacción cultivar por localidad).

Fuente de variación	Variables del corno		
	Peso (g)	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Localidades			
LA	21.78 ab	7.84 b	7.28 b
LP	23.72 a	7.84 b	7.44 b
Z7	18.92 b	10.85 a	8.64 a
Cultivares			
Bco	18.26 b	8.28 b	6.71 b
SR	22.13 ab	8.25 b	7.64 ab
TI	20.42 ab	8.25 b	8.32 a
CH	21.75 ab	8.28 b	7.68 ab
LE	24.80 a	9.96 a	8.58 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

El cultivar LE presentó los valores significativamente superiores en las variables de corno. Bco registró los menores valores en las tres variables evaluadas. SR, CH y TI fueron similares a LE en peso y longitud de corno. Los cultivares establecidos en LA y Z7 no registraron diferencias estadísticas en el número de yemas por cormelo; en LP el cultivar CH registró número de yemas por cormelos estadísticamente superior (Cuadro 8). No hubo diferencias entre los cultivares en LA en cuanto al número de yemas por corno, sin embargo en LP los cultivares LE y CH desarrollaron número de yemas por cormos significativamente superiores y similares a los obtenidos por SR y TI. El cultivar Bco produjo el menor número de yemas por corno y similar a SR y TI. En la

Z7 los cultivares Bco, TI y LE registraron mayor producción de yemas por cormo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza, significancia estadísticas de las medias del número de yemas por cormelos, cormos e hijos de los cultivares en las localidades evaluadas Modelo 1.

Cultivar	Los Ángeles			Los Pintos			Zona 7		
	Cormelos	Cormo	Hijos	Cormelos	Cormo	Hijos	Cormelos	Cormo	Hijos
LE	8.16 a	7.06 a	0.23 a	8.23 b	11.73 a	0.00 b	7.26 a	14.66 a	6.20 b
SR	8.53 a	7.33 a	0.46 a	6.63 b	8.00 ab	0.66ab	5.43 a	9.33 b	5.53 b
CH	7.73 a	8.06 a	1.36 a	12.30 a	9.40 a	1.70ab	7.46 a	8.46 b	5.13 b
TI	7.60 a	7.13 a	0.40 a	6.96 b	8.93 ab	0.40 ab	7.33 a	16.60 a	12.6 a
Bco	6.05 a	5.60 a	1.23 a	6.93 b	5.26 b	2.73 a	6.63 a	17.86 a	12.6 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Los cultivares desarrollados en LA produjeron estadísticamente similar número de yemas, por hijos cormos y cormelos. En LP el cultivar Bco produjo un número de yemas por hijos significativamente mayor que los demás cultivares (Cuadro 8), aunque similar a los obtenidos por los cultivares SR, TI y CH. En la Z7 los cultivares Bco, TI y LE produjeron significativamente mayor número de yemas.

Cuadro 9. Análisis de varianza para las variables de propagación yemas por cormelos, cormo e hijos modelo 2 (interacción cultivar por localidad).

Fuente de variación	Número de yemas			
	Cormelos	Cormos	Hijos	Yemas totales
Localidades				
LA	7.61 ab	7.04 c	0.74 b	15.39 b
LP	8.21 a	8.66 b	1.10 b	17.97 b
Z7	6.82 b	13.40 a	7.84 a	28.06 a
Cultivares				
Bco	67.54 b	9.57 ab	5.35 a	21.46 a
SR	6.86 b	7.93 b	2.22 bc	17.01 a
TI	7.30 ab	10.91 a	3.68 b	21.89 a
CH	7.30 ab	10.91 a	3.68 b	21.89 a
LE	7.88 ab	11.15 a	2.14 c	21.17 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

En Z7 las plantas registraron un número de yemas por cormos e hijos estadísticamente superior. LA y LP registraron plantas con número significativamente mayor de yemas en los cormelos. Los cultivares CH, TI y LE produjeron mayor número de yemas por cormelos y cormo. SR fue el cultivar que presentó menores valores de producción de yemas.

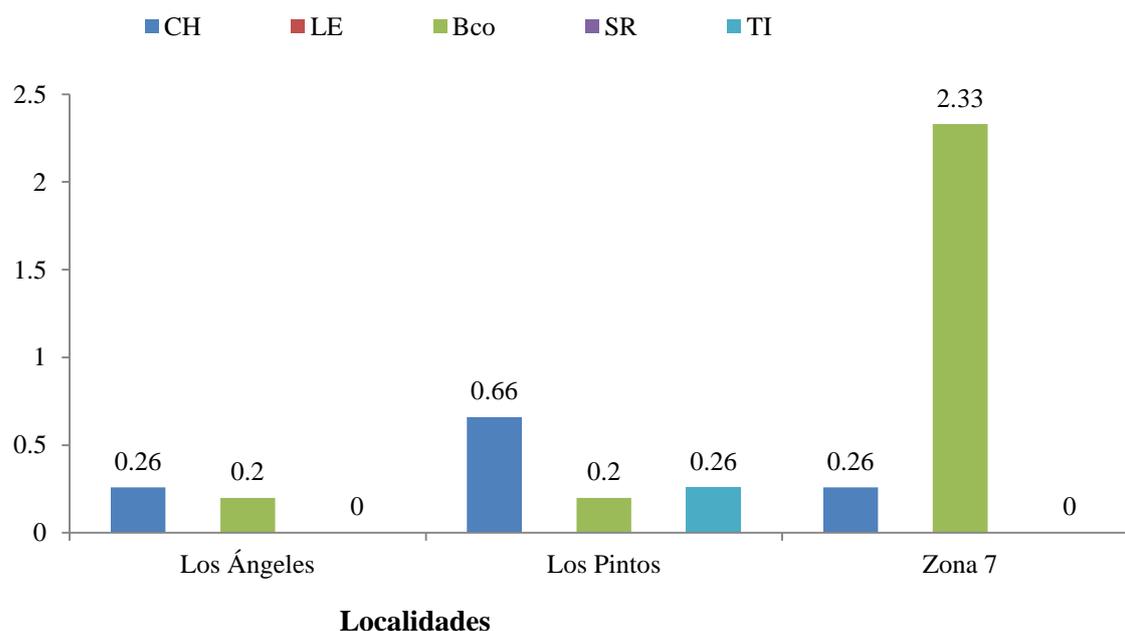


Figura 2. Promedio de hijos por vitroplantas de los cultivares CH, LE, Bco, SR y TI en las tres localidades.

El quequisque se propaga convencionalmente a través de pedazos de corno y cornelos que contienen al menos una yema. La obtención de una descendencia por el método asexual no se puede catalogar como una reproducción propiamente dicha, sino como una multiplicación, ya que los individuos nuevos son una prolongación de las plantas cuyas porciones o partes somáticas se han originado.

Según Reyes y Aguilar (2005) el quequisque tiene la facultad de originar también semillas sexuales viables, los que posibilita la realización de hibridaciones para obtener nuevas formas vegetales con determinadas características mejoradas (resistencia, rendimientos entre otras). Una vez logrado esto, las nuevas variantes creadas pueden ser multiplicadas asexualmente y perpetuar así nuevos clones. Sin embargo, para la obtención de semilla la propagación sexual del quequisque no es conveniente debido al carácter heterocigótico de la semilla lo que devendría en una alta variabilidad en los descendientes. En los últimos años se ha reportado técnicas de reproducción acelerada de semilla (TRAS) en quequisque como la desarrollada por Reyes y Aguilar (2005) que contribuyen a reducir las afectaciones del material de siembra de insectos, hongos y bacterias, además incrementa la cantidad de semillas obtenida por la planta madre.

Este es el primer estudio en Nicaragua dirigido a evaluar el potencial de propagación de semilla de quequisque a partir de plantas producidas *in vitro*. Según Pérez (1998) la

técnica *in vitro* posibilita el incremento de nuevos materiales, gran cantidad de individuos uniformes en espacios reducidos y facilita el transporte de los mismos, permite la producción de plantas independientemente de las condiciones ambientales, estudia los procesos fisiológicos y evita el riesgo de que se proliferen agentes patógenos por ser realizada en medios de cultivos estériles.

Vitroplantas en la producción de semilla vía-TRAS

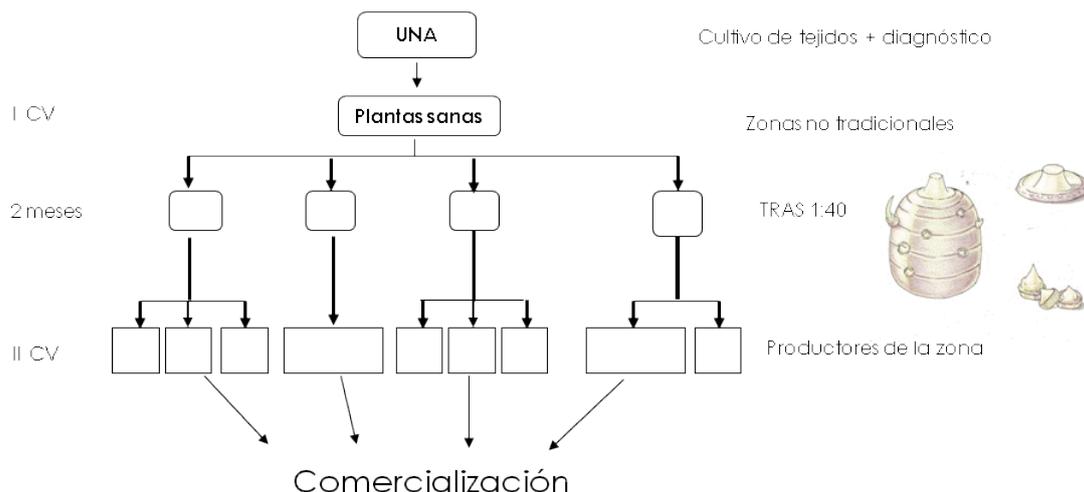


Figura 3. Esquema de uso de la técnica acelerada de semilla en quequisque y malanga, partiendo de vitroplantas libres de las principales plagas y enfermedades (Reyes y Aguilar, 2005).

Las vitroplantas se establecieron en zonas con y sin antecedente de mal seco y el DsMV. Se usó la TRAS para complementar las bondades ofrecidas por las vitroplantas al potenciar después de la cosecha cada yema individual contenida en los cormos y cormelos según esquema propuesto por Reyes y Aguilar (2005) (Figura 3). La totalidad de los cormos y cormelos obtenidos de esas plantas se utilizarían para la multiplicación cuando se extrajesen todas las yemas contenidas en los cormos y cormelos individualmente.

Las plantas *in vitro* generadas de callos son relacionadas frecuentemente con la variación somaclonal, que es la variación entre los tejidos o plantas derivadas de células somáticas cultivadas *in vitro*, entre ellos callos y cultivos de suspensión. Para efectos de la propagación de las especies no es recomendable la variación somaclonal. Desde el punto de vista de la mejora de las plantas la variación somaclonal brinda la posibilidad de generar nuevos cultivares.

En este estudio las plantas producidas de callos *in vitro* por Corea (2007) y reportadas con variantes somaclonales (forma y color de hojas diferentes) en la fase de aclimatización en el sombreadero se marcaron para ser identificadas en el campo y darles seguimientos. Las variantes foliares observadas en las plantas desaparecieron al morir las hojas y no se expresaron nuevamente en las hojas subsiguientes, lo que indujo suponer que las variaciones expresadas fueron epigenéticas. García (2005) señala que los cambios epigenéticos son cambios reversibles de ADN que hace que unos genes se expresan o no dependiendo de condiciones exteriores (polifenismo). Las condiciones de inducción de los callos *in vitro*, sobre todo el uso de 2,4-D en el medio, puede explicar la aparición de variantes somaclonales reportadas por Corea (2007).

Los ensayos se establecieron en postrera (noviembre 2007) siguiendo recomendaciones de algunos productores, quienes al sembrar en estas fechas evitan que el cultivo desarrolle el segundo estadio fenológico (crecimiento acelerado de la planta) en altos niveles de humedad, las que favorecen la reproducción y diseminación de *Pythium myriotylum*. Las plantas sufrieron estrés hídrico de febrero-mayo del 2008, después, al iniciarse el periodo de lluvia de 2008 las plantas reasumieron el crecimiento y desarrollo.

Las localidades donde se establecieron los ensayos difieren en cuanto a condiciones agroclimáticas. Los Pintos, situadas a 20 km al noroeste de la ciudad Nueva Guinea, presentan suelos con un mayor porcentaje de materia orgánica y con antecedentes de mal seco. Los Ángeles está situado a 17 km al suroeste de Nueva Guinea con suelos franco arcillosos y el periodo lluvioso más prolongado que en las demás localidades. Zona 7 situada en el área periférica este de Nueva Guinea con suelos rojos oxisoles y con menor precipitación de las tres localidades.

Las condiciones que favorecieron los mayores rendimientos desfavorecieron el potencial de propagación de las plantas. En el Z7 las plantas de cultivar Bco tuvieron el mayor potencial de propagación a pesar de que en esta localidad desarrollaron los menores valores de rendimiento, sin embargo también el mayor número de hijos y cornos de mayor diámetro (Figura 2). En estos cornos de mayor tamaño hubo a su vez mayor cantidad de yemas, lo ocurrió con el mayor número de hijos, cada uno de los cuales presentaron yemas disponibles a ser utilizadas. El haber establecido los ensayos al final del periodo de lluvia causó escasez de agua en todas las plantas en el periodo de crecimiento acelerado de las plantas, condición que fue más acentuada en la Z7. Las

plantas en estas condiciones respondieron produciendo mayor cantidad de hijos y aumentaron el diámetro de los cormos.

Los mayores rendimientos se reportaron en LA (9.39 t ha⁻¹) y en LP (10.18 t ha⁻¹). En LA donde el periodo de lluvia es más extendido, las plantas registraron superioridad estadística en todas las variables morfológicas y todas las de rendimiento; y en LP debido a que las plantas produjeron mayor número y peso de cormelo aunque con diámetro y longitudes menores. En LA no se reportó plantas con síntomas de mal seco, lo que si ocurrió en LP. Las plantas con síntomas de mal seco se registraron en uno de los bloques de las plantas establecidas en LP, cuando ya se había establecido el período de lluvia del 2008, durante la fase final de desarrollo de las plantas. Los síntomas de mal seco incluyen el estancamiento del crecimiento, el amarillamiento de las hojas y muerte como resultado de la eliminación total del sistema radical, donde radica el principal daño de esta enfermedad. Al parecer los daños tardíos hechos a una parte de las plantas establecidas en LP causaron una reducción en la media total de las variables morfológicas, sin causar reducciones importantes en los rendimientos.

Los rendimientos obtenidos en este estudio son superiores a los reportados por Reyes *et al* 2008 en condiciones de Quilalí, Nueva Segovia donde establecieron vitroplantas sanas de los cultivares Blanco (Bco) y Nueva Guinea (NG) con rendimientos de 5.64 y 6.96 t ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo los rendimientos son menores que los reportados por Reyes *et al*, (2005) al evaluar las condiciones de CNIAB-INTA los cultivares Bco (17.0 t ha⁻¹), NG (14.5 t ha⁻¹) y MY (16.0 t ha⁻¹). Los rendimientos reportados en las plantas *in vitro* es explicada por Reyes *et al.*, (2006), por el estado fitosanitario y el rejuvenecimiento que experimentan las plantas por pasar por la fase *in vitro*.

Los cultivares evaluados en el presente estudio forman parte del banco de germoplasma del género *Xanthosoma* colectado por García (2007) en diferentes partes de Nicaragua, donde se cultivan tradicionalmente para el autoconsumo y el comercio local. Los cultivares respondieron de manera diferente en las localidades. El cultivar Bco (*X. sagittifolium*) desarrolló precozmente en las tres localidades en relación a los otros cuatro cultivares (*X. violaceum*). Por esta clara respuesta genotípica, Bco debería ser cosechado con anticipación en relación a los otros cultivares (Figura 4).

Reyes *et al.*, (2005) reportan diferencias entre cultivares de cormos de pulpa lila (*X. violaceum*) establecidos en diferentes zonas del país en lo concerniente a la rapidez de desarrollo de los cultivares, por lo deben esperarse también diferencias inter-específicas

(*X. violaceum* versus *X. sagittifolium*). Bco obtuvo los mayores valores en las variables de rendimiento en la localidad Z7, a excepción de la variable longitud de cormelo, puesto que produce cormelos redondos. En las demás localidades los cultivares *X. violaceum* registraron los mejores rendimientos.

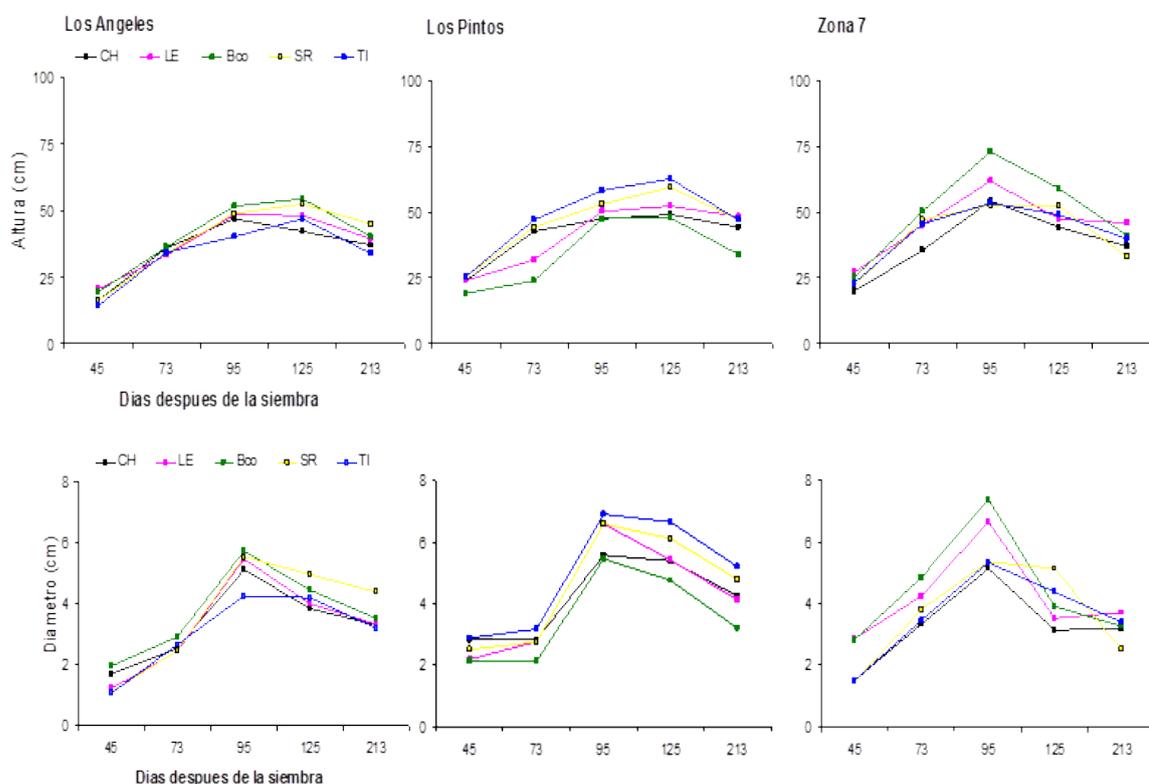


Figura 4. Altura de plantas (cm) y diámetro de pseudotallo de los cultivares establecidos en Los Ángeles, Los Pintos y Zona 7, a los 45, 73, 95, 125 y 213 dds.

Los cultivares CH y TI provienen de la zona del Pacífico donde el régimen de riego es menor de 6 meses. TI es de una zona productora y comercializadora de quequisque, mientras que CH es producido para el consumo local. LE y SR provenientes de Matagalpa son cultivares producidos para el consumo local en el municipio de San Ramón, zona donde el periodo de lluvia dura de 7-8 meses (2000-2400 mm anuales). El cultivar Bco fue introducido desde Costa Rica en la década de los ochentas en los municipios de Nueva Guinea, El Rama y Río San Juan, zonas exportadoras de quequisque. Según INETER (2008) el periodo lluvioso de la zona es de alrededor de 10 meses y precipitaciones anuales de 2000-3000 mm.

La Figura 4 muestra el patrón de crecimiento de los cultivares en las tres localidades. En LA y Z7 el cultivar Bco alcanzó rápidamente los mayores valores de altura de planta y diámetro de pseudotallo y descendió drásticamente. En LP este cultivar se comportó de una manera más moderada.

V. CONCLUSIONES

- Establecer los ensayos en postrera del 2007 permitió evadir temporalmente, el estadio de crecimiento acelerado de las plantas, las afectaciones de *Pythium myriotylum* en LP. Sin embargo el estrés hídrico a que fueron expuestas las plantas en las tres localidades en el periodo febrero-mayo del 2008 causó la reducción de su crecimiento, rendimiento y potencial de propagación.
- Las condiciones que favorecieron los mayores rendimientos desfavorecieron el potencial de propagación de las plantas. En LA y LP los cultivares registraron los rendimientos estadísticamente superiores. En la Z7 los cultivares resultaron con el mayor potencial de propagación al presentar plantas con cormos de mayor diámetro y producción de hijos.
- Los cultivares difirieron en el rendimiento y el potencial de propagación. SR, CH y LE registraron rendimientos significativamente superiores. Todos los cultivares, exceptuando SR, registraron similar potencial de propagación.
- Los rendimientos obtenidos en este estudio (6-9 t ha⁻¹) superan el rendimiento promedio nacional, aumentó lo que explica el estado fitosanitario y el rejuvenecimiento que experimentan las plantas al pasar la fase *in vitro*.
- El promedio de 21 yemas totales/planta con potencial para ser propagadas vía TRAS, fue inferior al promedio reportado anteriormente. Considerando las 1,300 plantas totales empleadas en este estudio se tuvo un potencial de 27,300 plantas con calidad genética y fitosanitaria, con las que se podrían establecer 2¹/₄ hectáreas (3 manzanas) para la producción.
- Las plantas obtenidas de callos pueden ser utilizadas en la producción de semilla por sus rendimientos y el potencial de propagación.

VI. RECOMENDACIONES

- Promover el uso de plantas sanas provenientes de callos *in vitro* para la producción de semillas por su potencial de propagación.
- Evaluar en otros departamentos del país los cultivares LE y CH por ser los de mayor producción y hacer las comparaciones con los resultados obtenidos en el estudio.
- No desarrollar plantas en suelos con antecedentes de mal seco, como en el caso de Los Pintos.
- Crear hábitos en los productores del uso de la técnica de reproducción acelerada de semilla para aumentar las áreas de cultivo con material sano.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIOBO, A. 2006. Biological control of cocoyam (*X. sagittifolium* (L.) Schott) root rot disease caused by *Pythium myriotylum* Dresh.: Importance of soil organic matter content and cultural practices. PhD Thesis.

CEI (CENTRO DE EXPORTACIONES E INVERSIONES DE NICARAGUA). 2005. Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: Exportación Enero-Diciembre 2004.

COREA, H. 2007. Inducción, multiplicación de callos, regeneración de plantas y variación somaclonal de las vitroplantas en cinco cultivares de quequisque (*Xanthosoma* spp.). Tesis Ing. Agr. Managua. Universidad Nacional Agraria. 35 p.

GARCÍA, M. C. 2007. Colecta y establecimiento de banco de germoplasma en colección viva e *in vitro* del género *Xanthosoma* en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 53 p.

GARCÍA, R. y CALERO, H. 2007. Producción acelerada de semilla de los cultivares de quequisque (*Xanthosoma* spp.) a partir de plantas *in vitro* en de Quilalí, Nueva Segovia. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 35 p.

GARCÍA AZKONOBETA, T. 2005. Evolución, desarrollo y (auto) organización. Un estudio sobre los principios filosóficos de la evo-devo: Tesis doctoral dirigida por Miren Arantzazu Etxeberria Agiriano. Universidad del País Vasco, Donostia-San Sebastián.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2008. Resumen meteorológico anual. Dirección General de Meteorología.

INTA (INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA). 2000. El cultivo de quequisque. Guía Tecnológica, Managua, Nicaragua. 24 p.

MAGFOR (MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL). 2003. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua de Nicaragua 2002-2003. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.

MIFIC (MINISTERIO DE FINANZAS Y COMERCIO). 2005. Anuario estadístico de Comercio Exterior. (<http://anuario.mific.gob.ni/statics/50020102.shtml>: 13-Nov-2005).

NZIETCHENG, S. 1983. La pourriture racinaire du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroon; 1. Symptomatogie et etiologie de la maladie. Agronomie tropicale 38, 321-325.

- PÉREZ, J. N.** 1998. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Ediciones GEO. Villa Clara, Cuba.
- PERNEEL, M.** 2006. The root pathogen *Phytium myriotylum* on cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott). Intraespecific variability and biological control. PhD Thesis. Ghent University, Belgium.
- REYES, G.** 2006. Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua with emphasis on dasheen mosaic virus. Uppsala, Suecia.
- REYES, G., y AGUILAR, M. D.** 2005. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 11 p.
- REYES, G., y NYMAN, M.** 2006. Direct and indirect plant regeneration from meristem and apex of cocoyam (*Xanthosoma* spp.). En: Reyes. 2006. Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua with emphasis in dasheen mosaic virus
- REYES, G; NYMAN, M. y RONNBERG A. C.** 2005. Agronomic performance of three cocoyam (*Xanthosoma violaceum* Schott) genotypes grown in Nicaragua. En: Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua with emphasis on dasheen mosaic virus. Uppsala.
- REYES, G; A. C. RONNBERG-WASTLJUNG y M. NYMAN.** 2006. Comparison of field performance between dasheen mosaic virus-free and virus-infected in vitro plants of cocoyam (*Xanthosoma spp*) in Nicaragua. Expl. Agric. Volume 42, pp. 1-10.
- REYES, G; RIVERS, E; LOPEZ, R; GARCIA; R y CALERO, H.** 2008. Producción, comportamiento agronómico y uso de vitroplantas sanas en la producción de semilla de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*, *Xanthosoma violaceum* (L) Schott). Revista Científica La Calera, AÑO 8, N^o 11 Noviembre 2008.
- SABORIO, F., UMAÑA, SOLANO, W., UREÑA, G., H, MUÑOZ, G., HIDALGO, N. & BRENES, A.** 2004. Mejoramiento genético del quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*) contra el mal seco. Memoria REDBIO 2004. (Talleres.www.redbio.org.21-sept-2005).

VIII. ANEXOS.

Anexo 1. Altura de plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	15.87 bc	36.60 a	46.90 a	41.86 b	36.80 ab
LE	20.40 a	32.90 a	48.40 a	47.73 ab	39.33 ab
Bco	19.20 ab	36.30 a	51.60 a	54.26 a	40.27 ab
SR	15.91 bc	33.70 a	49.00 a	52.26 a	44.80 a
TI	13.82 c	34.10 a	39.80 a	46.53 ab	33.80 b

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 2. Altura de plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	24.10 a	42.53 a	47.50 b	49.03 c	44.46 a
LE	23.80 a	31.93 b	50.30 ab	52.13 bc	48.46 a
Bco	18.83 b	23.60 c	47.66 b	48.00 c	33.80 b
SR	25.36 a	44.46 a	53.10 ab	59.26 ab	47.06 a
TI	25.50 a	47.13 a	57.86 a	62.53 a	47.2

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 3. Altura de plantas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	20.10 c	35.60 b	54.20 bc	44.17 b	36.87 ab
LE	26.81 a	45.26 a	61.66 b	47.63 b	45.73 a
Bco	24.60 ab	50.20 a	72.93 a	58.73 a	40.93 ab
SR	21.80 bc	47.13 a	52.46 c	52.20 ab	33.03 b
TI	23.11 abc	45.66 a	53.26 bc	48.75 ab	39.67 ab

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 4. Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	1.70 b.	2.52 a	5.13 ab	3.84 a	3.30 a
LE	1.22 c	2.44 a	5.46 ab	4.01 a	3.33 a
Bco	1.96 a	2.91 a	5.73 a	4.46 a	3.53 a
SR	1.08 c	2.46 a	5.53 ab	4.96 a	4.40 a
TI	1.06 c	2.66 a	4.26 b	4.19 a	3.20 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 5. Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	2.83 a	2.81 a	5.60 ab	5.40 ab	4.26 ab
LE	2.20 b	2.76 a	6.60 ab	5.43 ab	4.13 ab
Bco	2.13 b	2.12 a	5.46 b	4.76 b	3.20 b
SR	2.52 ab	2.76 a	6.60 ab	6.14 ab	4.80 ab
TI	2.90 a	3.19 a	6.93 a	6.68 a	5.20 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 6. Diámetro de pseudotallo de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	1.49 b	3.33 c	5.13 c	3.13 b	3.16 a
LE	2.87 a	4.26 ab	6.66 ab	3.53 b	3.70 a
Bco	2.83 a	4.86 a	7.40 a	3.90 ab	3.26 a
SR	1.41 b	3.80 bc	5.36 bc	5.13 a	2.50 a
TI	1.50 b	3.47 bc	5.33 bc	4.38 ab	3.40 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 7. Número de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125, y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	4.53 a	4.33 a	4.46 ab	3.46 a	2.93 ab
LE	3.93 b	3.53 a	4.86 a	3.06 a	3.26 ab
Bco	4.00 ab	3.80 a	4.00 b	3.00 a	2.60 b
SR	3.60 b	4.00 a	4.66 a	3.46 a	3.86 a
TI	3.46 b	4.40 a	3.93 b	3.46 a	3.20 ab

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 8. Número de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	6.13 a	4.26 a	4.46 a	3.06 ab	3.53 ab
LE	5.46 b	3.80 a	4.86 a	3.56 ab	4.13 a
Bco	4.86 c	3.13 b	4.33 a	3.00 b	2.73 b
SR	6.13 a	4.13 a	4.60 a	3.73 a	4.13 a
TI	6.06 ab	4.06 a	4.86 a	3.46 ab	4.00 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 9. Número de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	4.93 b	4.53 c	4.13 b	2.86 a	2.13 ab
LE	5.60 ab	5.00 abc	4.80 a	3.26 a	2.86 a
Bco	5.00 ab	4.86 bc	4.00 b	2.80 a	1.73 b
SR	5.73 a	5.40 a	4.40 ab	2.93 a	1.73 b
TI	4.73 b	5.13 ab	4.53 ab	3.00 a	2.06 b

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 10. Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125, y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Cultivar	Días después de la siembra				
	45	73	95	125	213
CH	8.92 bc	17.93 a	24.53 abc	21.86 b	19.13 ab
LE	10.32 b	17.00 a	25.06 ab	24.36 b	17.06 ab
Bco	11.90 a	20.53 a	29.06 a	29.22 a	17.53 ab
SR	8.99 abc	19.80 a	27.20 a	26.73 ab	21.20 a
TI	8.19 bc	19.96 a	21.20 c	23.15 b	15.53 b

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 11. Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Cultivar	Días después de la siembra				
	45	73	95	125	213
CH	14.00 a	25.06 a	26.63 b	26.03 a	20.53 a
LE	14.87 a	24.20 ab	29.80 ab	25.93 a	21.60 a
Bco	11.06 b	20.36 b	28.53 ab	25.80 a	16.73 b
SR	13.84 a	23.93 ab	28.20 ab	27.40 a	20.53 a
TI	14.76 a	26.60 a	31.16 a	29.66 a	22.93 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 12. Longitud de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.

Cultivar	Días después de la siembra				
	45	73	95	125	213
CH	13.40 b	23.36 c	28.33 c	22.13 a	18.76 a
LE	17.02 a	28.30 ab	33.26 b	23.47 a	22.23 a
Bco	16.42 ab	32.23 a	38.26 a	28.80 a	21.00 a
SR	14.58 b	17.46 bc	29.66 bc	46.13 a	13.60 a
TI	115.30 ab	26.40 bc	28.86 c	23.87 a	16.73 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 13. Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125, y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	7.02 c	17.60 a	24.73 ab	21.81 c	17.46 ab
LE	8.67 ab	16.53 a	25.20 ab	23.90 bc	16.73 ab
Bco	9.90 a	20.30 a	29.20 a	28.74 a	18.40 ab
SR	7.28 bc	17.76 a	27.06	26.73 ab	21.20 a
TI	6.54 c	18.00 a	21.53 b	23.15 bc	15.13 b

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 14. Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	12.78 ab	25.33 a	27.20 a	26.69 ab	22.06 a
LE	14.76 a	21.86 ab	30.20 a	26.03 b	23.86 a
Bco	10.60 b	18.40 b	27.83 a	25.79 b	17.60 a
SR	12.31 ab	23.33 a	28.40 a	28.00 ab	21.53 a
TI	12.64 ab	25.06 a	32.06 a	30.73 a	24.00 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 15. Ancho de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	12.38 b	22.40 b	31.40 b	23.24 b	20.20 ab
LE	15.90 a	27.13 ab	34.53 ab	24.96 a	24.66 a
Bco	14.88 a	31.73 a	39.86 a	29.20 a	20.70 ab
SR	13.49 ab	29.00 a	31.73 b	30.93 a	14.06 b
TI	14.02 ab	27.46 ab	29.93 b	25.46 a	17.96 ab

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 16. Número de hojas de los cultivares a los 45, 73, 95, 125, y 213 días después de la siembra en Los Ángeles.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	0.00 a	0.06 a	0.00 a	0.06 a	0.26 a
LE	0.00 a	0.06 a	0.13 a	0.06 a	0.00 a
Bco	0.00 a	0.06 a	0.13 a	0.06 a	0.20 a
SR	0.00 a				
TI	0.00 a	0.06 a	0.06 a	0.07 a	0.00 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 17. Número de hijos de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Los Pintos.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	0.00 a	0.00 a	0.66 a	0.00 a	0.13 a
LE	0.00 a	0.13 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
Bco	0.00 a	0.20 a	0.20 a	0.00 a	0.20 a
SR	0.00 a	0.06 a	0.00 a	0.26 a	0.00 a
TI	0.00 a	0.06 a	0.26 a	0.06 a	0.00 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Anexo 18. Número de hijos de los cultivares a los 45, 73, 95, 125 y 213 días después de la siembra en Zona 7.

Días después de la siembra					
Cultivar	45	73	95	125	213
CH	0.00 a	0.00 a	0.26 b	0.00 b	0.06 a
LE	0.00 a	0.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00 a
Bco	0.00 a	0.00 a	2.33 a	1.13 a	0.53 a
SR	0.00 a	0.00 a	0.00 b	0.00 b	0.00 a
TI	0.00 a	0.00 a	0.00 b	0.13 b	0.00 a

Medias con letras similares no difieren estadísticamente entre sí según prueba de separación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$).