

## PRODUCCIÓN, COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y USO DE VITROPLANTAS SANAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (*Xanthosoma sagittifolium*; *X. violaceum* (L.) Schott)

Guillermo Reyes Castro <sup>1</sup>, Ena Rivers Carcache <sup>2</sup>, Roberto López <sup>3</sup>, Rosario García Loáisiga <sup>3</sup> y Humberto Calero <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>PhD Mejora genética de plantas y biotecnología, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, e-mail: [Guillermo.Reyes.Castro@una.edu.ni](mailto:Guillermo.Reyes.Castro@una.edu.ni).

<sup>2</sup>Ing. Agrónomo, Sanidad Vegetal, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

<sup>3</sup>Ing. Agrónomo, Fitotecnia, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.



### RESUMEN

Quequisque fue hasta 2004 la raíz y tubérculo más exportada en Nicaragua. Recientemente el área de siembra y los rendimientos decrecieron debido a enfermedades diseminadas por la semilla. El uso masivo y directo de vitroplantas se justifica cuando éstas son destinadas a la producción de semilla. Los cultivares Nueva Guinea (*Xanthosoma violaceum*) (NG) y Blanco (*X. sagittifolium*) (Bco) fueron saneados (cultivo de meristemos y diagnóstico con prueba ELISA) y multiplicados *in vitro*, evaluado su comportamiento agronómico y potencial de propagación mediante la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) en Quilalí zona no tradicional. El medio de cultivo MS sin reguladores de crecimiento regeneró 75 % de plantas a partir de meristemos en NG y 100 % en Bco. ELISA diagnosticó 100 % de las plantas libres de DsMV. En el campo Bco registró los mayores promedios en altura de planta, área foliar y diámetro del pseudotallo. 89 dds 9-12 % de las plantas presentaron síntomas del DsMV; más de 50 % estaban infectadas según ELISA. 168 dds 100 % de las plantas estaban infectadas. Plantas de especies *Xanthosoma* silvestres infectadas fueron la fuente de inóculo del virus. No hubo diferencias estadísticas en

### ABSTRACT

In Nicaragua cocoyam was until 2004 the most exported root and tuber crop. Recently, the planted area and yield decreased due diseases disseminated through planting material. The direct use of vitroplants by farmers is justified when plants are devoted to seed production. Nueva Guinea (*Xanthosoma violaceum*) (NG) and Blanco (*X. sagittifolium*) (Bco) cultivars were cleaned (meristem culture and diagnosis with ELISA test), *in vitro* propagated, field performance evaluated in Quilalí, a non-traditional area. The plants propagation potential through single bud multiplication technique (TRAS) was evaluated. The MS tissue culture media without growth regulators resulted in 75 % of plants regenerated from meristems in NG and 100 % in Bco. ELISA diagnosed 100 % of DsMV free vitroplants. On field Bco recorded the major height of plants, foliar area and pseudostem diameter. 89 days after planting (DAP) 9-12 % of plants showed DsMV symptoms; more than 50 % were infected according to ELISA. 168 DAP 100 % of plants were virus re-infected. Wild plants of *Xanthosoma* species were the virus inoculum source. No statistic differences in number and weight of cormels/hectare (NG 6,270 and Bco 5,100 kg ha<sup>-1</sup>) were

número y peso de cormelos/hectárea (NG 6,270 y Bco 5,100 kg ha<sup>-1</sup>). Bco fue significativamente superior en número y peso de hijos. No hubo diferencias en peso, diámetro y longitud de cormos. En la propagación por TRAS Bco obtuvo 47.6 yemas totales/planta (sumatoria de yemas por cormos, cormelos e hijos) y NG 31.4. 100 % de las yemas de ambos cultivares brotaron una vez establecidas en vivero. El número total de plantas en el campo (2,200 de NG y 2,000 de Bco) tenían el potencial de producir vía TRAS 164,280 plantas de buena calidad (9.7 hectáreas) en menos de 3 meses.

Palabras claves: *Xanthosoma*, DsMV, saneamiento, producción de semilla, TRAS

found. Bco was significantly superior in number and weight of shoots. No differences in weight, diameter and length of corms were found. Bco propagated by TRAS produced in average 47.6 buds/plant (buds per corms, cormels, and shoots) and NG 31.4 100 % of the buds from both cultivars regenerated plants in greenhouse. The total number of plants in field (2,200 NG and 2,000 Bco) had the potential to produce via TRAS 164,280 good quality plants de (9.7 hectares) in less than three months.

**Q**uequisque (*Xanthosoma violaceum* y *X. sagittifolium* (L.) Schott), familia *Aráceae*, es originario de América tropical y subtropical. Es uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre (Jennings, 1987) y uno de las seis raíces y tubérculos más importantes en el mundo (Onwueme y Charles, 1994). El cormo, cormelos y hojas del quequisque son una fuente importante de carbohidratos para la nutrición humana y animal, además generan importantes ingresos monetarios a los productores (Tambong *et al.*, 1997).

En Nicaragua quequisque es un cultivo de subsistencia y generador de recursos para pequeños productores y campesinos. Es el tercer cultivo farináceo más importante después de la papa y la yuca; y es cultivado de manera artesanal en pequeñas áreas (0.4-1.4 ha). Las principales zonas productoras para exportación están en Río San Juan, El Rama y Nueva Guinea, sin embargo se produce en la mayoría de los departamentos para el consumo local.

Por motivos prácticos y conveniencia genética quequisque se propaga vegetativamente a través de las yemas de los cormos y cormelos. Esta forma de propagación propicia, sin embargo, la diseminación de hongos, bacterias y virus causantes de significativas reducciones del rendimiento. A través del material de propagación se disemina el *Virus del mosaico del dasheen* (DsMV, siglas en inglés) que afecta entre 68-100 % de las plantas en las poblaciones comerciales del país (Reyes *et al.*, 2005) y reduce en al menos 26 % el rendimiento del quequisque (Reyes *et al.*, 2006), aunque ataques severos pueden causar hasta 50 % en pérdidas en rendimiento (Saborío *et al.*, 2004a). También se dispersa el Mal seco causado por *Pythium myriotylum*, para Tambong, Sapra y Garton (1998) la más devastadora de las enfermedades. Según Saborío *et al.* (2004b) mal seco puede causar pérdidas totales del rendimiento.

En 2004 quequisque fue la raíz y tubérculo más exportada (CEI, 2005), paradójicamente las áreas de producción disminuyeron drásticamente de 30 000 ha en el año 2002 (MAGFOR, 2003) a 6 450 ha en el 2004 (CEI, 2005). Adicionalmente el rendimiento nacional ha declinado de 19-22 t ha<sup>-1</sup> en 1999 (MAG-FOR, 2003) a 7.2 t ha<sup>-1</sup> en 2004 (MAG-FOR, 2005). Este problema es muy serio en el trópico húmedo donde la producción quequisquera se ha movido de los campos originales ubicados cerca de la ciudad de Nueva Guinea, hacia nuevas áreas cercanas a la frontera agrícola ubicada a 100-150 km, en un intento de reducir la presión de la enfermedad y mantener los rendimientos. Sin embargo, debido a la falta de material de propagación con calidad, los productores están diseminando las enfermedades.

Una buena parte de la base del éxito en la producción comercial de quequisque radica la calidad de la semilla, que permite usar plantas sanas, vigorosas, libres de daños de plagas, enfermedades que garantizan buenos rendimientos. La utilización de plantas saneadas a través de cultivo *in vitro* (vitroplantas) es una alternativa de solución puesta en práctica por productores individuales y agrupados. Según Reyes (2006) a pesar de que la utilización masiva y directa de vitroplantas no es viable económicamente, su uso se justificaría siempre que éstas fuesen establecidas en áreas sin antecedentes de mal seco y DsMV, y que la totalidad de cormos y cormelos después del primer ciclo vegetativo estuviesen destinadas a la obtención de material de siembra. Este esquema de producción y distribución de semilla de quequisque se aplicó en un proyecto de investigación conjunto ejecutado por la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua (UNA), la Universidad de Costa Rica (UCR) y la Universidad Sueca de Ciencias Agrícolas (SLU, siglas en sueco): Studies on cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Central America with emphasis on agricultural practices and on the root rot disease. Se produjeron y se establecieron en áreas de la Asociación Pueblos en Acción Comunita-

ria (APAC-Quilalí) 2,200 vitroplantas del cultivar Nueva Guinea (*X. violaceum* (L.) Schott) y 2,000 vitroplantas del cultivar Blanco (*X. sagittifolium* (L.) Schott).

En el este estudio se presentan los principales resultados del saneamiento a través del cultivo de meristemos *in vitro* y diagnóstico con ELISA, micropropagación y establecimiento-evaluación del comportamiento agronómico en Quilalí de vitroplantas de los dos cultivares y su utilización en la producción de semilla empleando la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) desarrollada por Reyes y Aguilar (2005).

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Saneamiento y micropropagación de las plantas.** Las plantas madres donadoras de la yemas con las que se inició el estudio fueron colectadas en plantaciones comer-

fueron transferidos a tubos de ensayo (14.5 x 2.5 cm) que contenían 10 ml del mismo medio de cultivo para permitir la total elongación de los explantes. 90 dds se evaluó el porcentaje de meristemos que produjeron plantas. Se evaluó el porcentaje de plantas que resultaron libres del DsMV realizando la prueba ELISA (siglas en inglés de enzyme-linked immunosorbent assays, AGDIA pathoscreen DsMV detection kit) a muestras de las hojas de las vitroplantas obtenidas del cultivo de meristemos. Solamente las plantas libres de virus fueron subcultivadas 4 veces en el medio MS suplido con 3 % de sacarosa, 3 % gelrite y 2 mg l<sup>-1</sup> de 6-BAP. El total de plantas obtenidas en el proceso de micropropagación fueron aclimatadas en un sombreadero cubierto con tela antiáfidos durante dos meses. Posteriormente fueron trasladadas al lugar definitivo para la siembra (Figura 1).

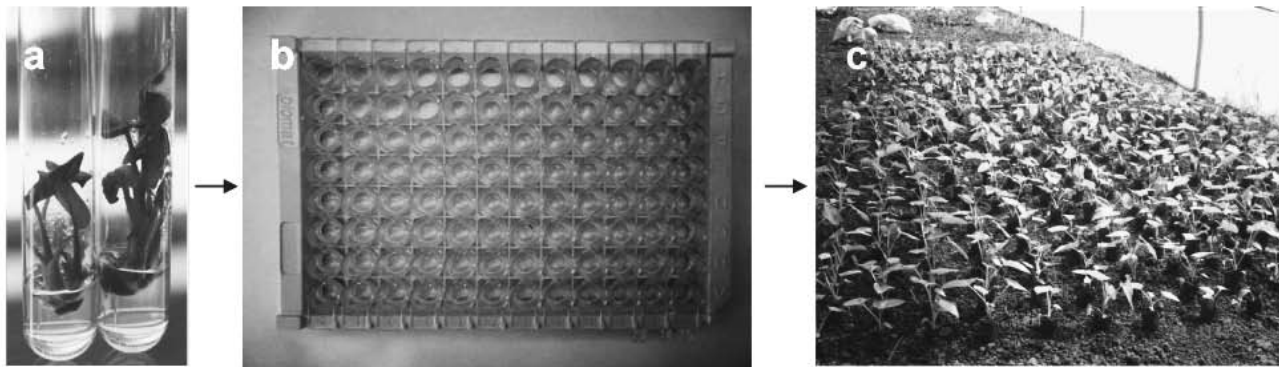


Figura 1. a) plantas regeneradas de cultivo de meristemos, b) prueba ELISA para diagnosticar presencia de DsMV, c) vitroplantas adaptadas en sombreadero.

ciales del municipio Nueva Guinea, Región Autónoma Atlántico Sur. Se seleccionaron plantas de los cultivares Nueva Guinea (NG) y Blanco (Bco) que presentaban síntomas foliares del DsMV. De los cormos y cormelos de las plantas colectadas se extrajeron las yemas apicales y axilares. En condiciones asépticas del laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la UNA, se realizaron reducciones del tamaño de las yemas y desinfecciones sucesivas con inmersiones por 10 minutos en hipoclorito de sodio (3 %) para extraer los meristemos ( $\approx 0.2$  mm) con 1-2 hojas primordiales. Los meristemos se sembraron en platos petri plásticos estériles (9 cm de diámetro) que contenían 10 ml del medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962) más 3 % de sacarosa, 3 % de gelrite (gelificante) y combinaciones de Ácido Indol Acético (AIA) y 6-Bencil Amino Purina (6-BAP) (Cuadro 1). Se establecieron 30 meristemos por cultivar por medio de cultivo, los que fueron mantenidos en cuarto de crecimiento a  $\approx 25$  °C, alrededor de 12 horas de oscuridad y luz natural. 28 días después de la siembra (dds) los meristemos

**Evaluación agronómica de las vitroplantas.** 2,200 vitroplantas de NG y 2,000 de Bco libres del DsMV y mal seco generadas por la metodología antes indicada, se establecieron en diciembre de 2005 en áreas de APAC del municipio Quilalí, Nueva Segovia, ubicado 900-1,000 msnm, en las coordenadas 13° 34' latitud norte y 86° 01' longitud oeste y temperatura promedio anual de 26 °C y humedad relativa 72 %, suelos de tipo tropical con buena fertilidad y productividad, en general aptos para agricultura.

Para el establecimiento del ensayo en arreglo de diseño bloque completo al azar (BCA) se seleccionaron cuatro bloques de plantas conformados por 6 surcos de 25 plantas, 150 plantas/bloque/cultivar. La parcela útil estuvo conformada por los dos surcos centrales donde se evaluaron las 10 plantas más céntricas/surco. La distancia de siembra fue de 1 m entre surcos y 0.60 m entre plantas (17,000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Se realizó limpieza, arado, surcado del terreno y la siembra según distancia de siembra. Durante en ensayo se efectuaron tres fertilizaciones (129 kg ha<sup>-1</sup> de NPK al momento de la siembra, 60 y 120 dds) y 3 aporques, uno después de cada fertilización. La cosecha se realizó 9 meses después de establecido el ensayo. A los 89, 124, 168, 193 y 235 dds se evaluaron altura a planta (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), diámetro del pseudotallo (cm), número de hojas, número de hijos. Al momento de cosecha se registraron el número de cormelos/planta, peso de cormelo (g), diámetro y largo de cormelo (cm). Con el peso de cormelos por planta y la densidad de siembra se estimó el rendimiento ha<sup>-1</sup>. A los datos numéricos de las variables morfológicas y de rendimiento se les realizó análisis de varianza (ANDEVA) para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos y la prueba de separación de medias de rangos múltiples de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). El porcentaje de re-infección con el DsMV fue evaluado periódicamente mediante conteos visuales a todas las plantas del ensayo de acuerdo a sintomatología (Onwueme y Charles, 1994) y mediante la prueba ELISA a 20 plantas seleccionadas al azar/bloque (80 plantas/cultivar durante tres evaluaciones). Puesto que las vitroplantas llegaron al campo sin DsMV en sus estructuras, cualquier reinfección que ocurriese debía provenir de una fuente de inóculo preexistente. Para detectar la posible fuente de inóculo del DsMV, plantas de *Xanthosoma* silvestres encontradas en zonas adyacentes del ensayo fueron también diagnosticadas por ELISA.

**Vitroplantas fuente de material de propagación.** Para la propagación de las vitroplanta se utilizó la TRAS. A los cormos y cormelos de las 20 plantas de la parcela útil/bloque se les extirpó la yema apical para inducir la brotación de las yemas laterales. Transcurrido el período de activación de la brotación se extrajeron todas las yemas individuales de mayor tamaño junto con un trozo de cormo y se sembraron en tierra contenida en bolsas de almácigo de 15 x 20 cm. El riego se mantuvo por un mes al final del cual se evaluó el porcentaje de brotación de las yemas. Con el número de yemas/cormo, número de yemas/cormelo. Con el número de yemas/planta y el número total de plantas en el campo se calculó el número de plantas potenciales a propagarse utilizando la TRAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Saneamiento y micropropagación de las planta.** 90 dds se regeneraron plantas a partir de meristemos en todos los medios de cultivo en rangos de 42-83 % en NG y 8-100 % en Bco. El mayor porcentaje de regeneración independiente del medio de cultivo utilizado favoreció al cultivar NG. El medio de cultivo MS sin reguladores de crecimiento favoreció la formación 100 % de plantas en Bco y 75 % en NG. Sin embargo la adición de 1.0 mg l<sup>-1</sup> de AIA + 0.5 de 6-BAP resultó en 83 % de regeneración en NG. El medio de cultivo MS + 1.0 mg l<sup>-1</sup> de AIA + 1.0 mg l<sup>-1</sup> 6-BAP indujo las más bajas proporciones de plantas regeneradas (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de plantas regeneradas del cultivo de meristemos establecidos en medio de cultivo MS conteniendo diferentes concentraciones de AIA y 6-BAP, 90 días después de iniciado el cultivo

Genotipo	Regulador de crecimiento (mg l <sup>-1</sup> )		Plantas regeneradas (%)
	AIA	6-BAP	
Nueva Guinea	0.0	0.0	75
	0.5	0.5	50
	1.0	0.5	83
	0.5	1.0	75
	1.0	1.0	42
Blanco	0.0	0.0	100
	0.5	0.5	58
	1.0	0.5	17
	0.5	1.0	25
	1.0	1.0	8



Según la prueba ELISA 100 % de las vitroplantas regeneradas del cultivo de meristemos resultaron libres de DsMV en ambos cultivares, por lo que el proceso de micropropagación se realizó utilizando todas las plantas regeneradas a partir del cultivo de meristemos.

**Evaluación agronómica de las vitroplantas.** Los cultivares presentaron similar tendencia de aumento sostenido de la altura de las plantas, lento en los primeros seis meses del cultivo y luego vigoroso. Bco registró alturas de plantas significativamente superiores a lo largo del estudio a excepción de los 168 dds (Figura 2).

El número de hojas no presentó tendencia a aumento o disminución sostenida a través del período de evaluación y tuvo rangos de 3.8 – 4.5. Únicamente se registraron diferencias significativas a los 124 dds a favor de NG (Figura 2). A los 168 dds el número de hojas declinó en ambos cultivares para luego aumentar a los 193 dds.

mayores valores a lo largo del estudio y significativamente superior a los 89, 168 y 193 dds (Figura 2).

Los cultivares presentaron similar curva de crecimiento del área foliar a lo largo del período de evaluación, Bco presentó siempre áreas foliares significativamente superiores. A partir de los 169 dds se registró un marcado aumento del tamaño de las hojas más marcada en Bco (Figura 2).

**Reinfección con DsMV.** El conteo visual realizado 89 dds a las 600 plantas/cultivar incluídas en el estudio registró 9.5 % de las plantas de Bco y 12.8 % de NG con síntomas del virus. La prueba ELISA realizada a 80 plantas escogidas al azar indicó que la reinfección con DsMV en las plantas ocurrió en un período relativamente corto. A los 89 dds 56.25 % de las plantas de Bco y 53.57 % de NG presentaban el virus en sus estructuras. A los 124 dds la reinfección aumentó a 76.3 % en NG y 75.6

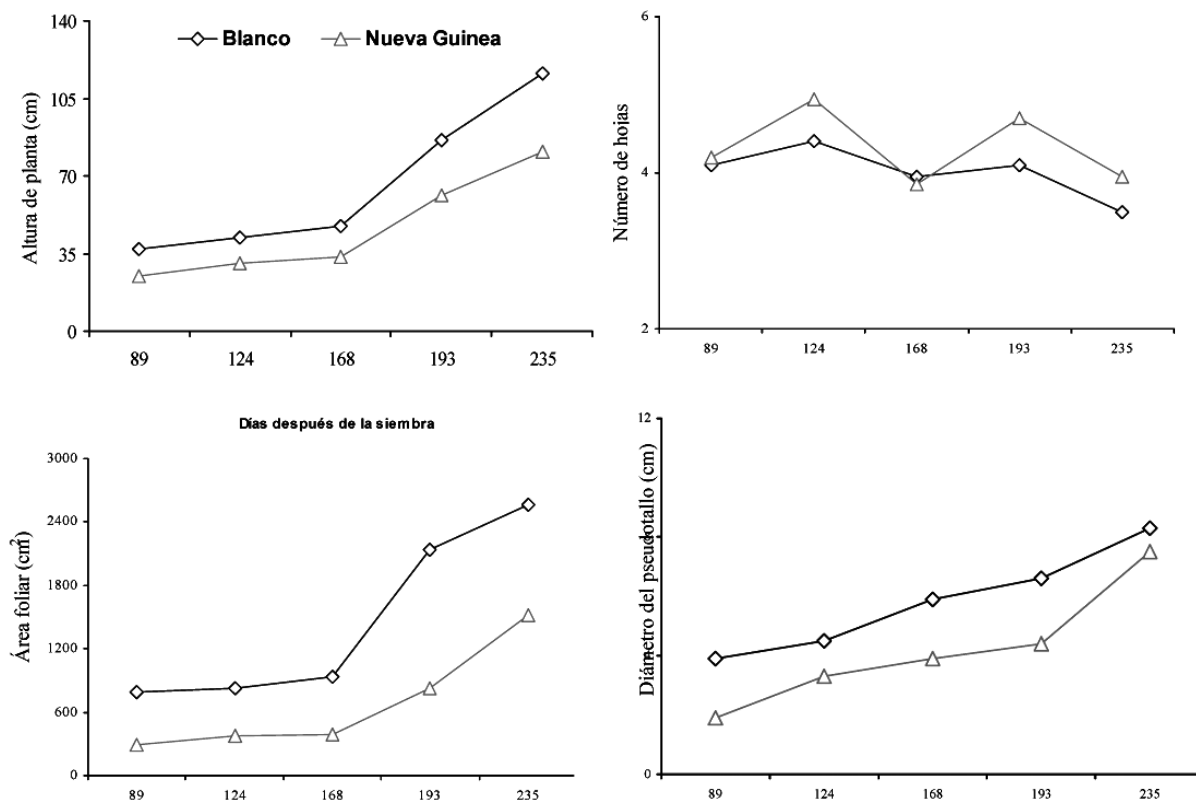


Figura 2. Número de hojas, área foliar (cm<sup>2</sup>), diámetro del pseudotallo (cm) y altura de plantas de los cultivares Bco y NG establecidas en Quilalí a 89, 124, 168, 193 y 235 días después de la siembra.

NG y Bco presentaron tendencia sostenida de aumento del grosor del pseudotallo. Bco obtuvo los

% en Bco. A los 168 dds el 100 % de las plantas estaban reinfectadas con DsMV (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de reinfección con el DsMV de los cultivares Bco y NG; y porcentaje de infección con DsMV de plantas de *Xanthosoma mexicanum* y *Xanthosoma* spp encontradas dentro y cerca del área del ensayo en diferentes fechas de evaluación, según prueba ELISA

Cultivares	Plantas evaluadas	Días después de la siembra		
		89	124	168
Bco	80	56.3	76.3	100
NG	80	53.6	75.6	100
<i>X. mexicanum</i>	4	-	100.0	100
<i>X. spp.</i>	3	-	100.0	100

Puesto que las plantas establecidas en el área del campo estaban verificadas 100 % libres del DsMV, la reinfección registrada por la prueba ELISA 89 dds debió tener una fuente de inóculo. En las pruebas ELISA realizadas 124 y 168 dds se incluyeron muestras de hojas de plantas de especies *Xanthosoma* silvestres (*X. mexicanum* y *X. spp.*) encontradas creciendo voluntarias dentro y en los alrededores del área del ensayo. La prueba ELISA realizada 124 y 168 dds indicó que éstas eran portadoras del virus (Tabla 2).

**Variables de rendimiento y propagación.** Los cultivares no difirieron estadísticamente en número y peso de cormelos (Tabla 3). Bco registró el mayor número de cormelos pero con menor peso, NG reportó menor número de cormelos pero con mayor peso.

Según George (1993) el crecimiento y la morfogénesis *in vitro* son más influenciados por el genotipo que por cualquier otro factor. En el presente estudio hubo una respuesta diferenciada dependiendo del cultivar. La utilización de medios de cultivos sin reguladores de crecimiento resultó en el mayor número de plantas regeneradas a partir de meristemos, lo que concuerda con estudios previos de Zok *et al.*, (1998) y Tsala *et al.*, (1996). La combinación de cultivo de meristemos y la prueba ELISA fue eficiente en la producción de plantas libres del DsMV.

En el campo, el crecimiento de las variables morfológicas (altura, diámetro y área foliar) en los primeros seis meses del cultivo fue lento, debido a que la fase de desarrollo vegetativo de las plantas coincidió con un período de sequía que deprimió transitoriamente el crecimiento general de las plantas. Según Onwueme (1978), Silva e

Tabla 3. Número y peso de cormelos (kg) de los cultivares Bco y NG establecidos en Quilalí, Nueva Segovia al momento de cosecha

Cultivares	Variables de rendimiento	
	Número de cormelos	Peso de cormelos (kg)
Bco	9.12 a	0.299 a
NG	6.55 a	0.369 a
ANDEVA	ns	ns
CV (%)	24.14	0.64
R <sup>2</sup>	0.76	0.60

Bco y NG presentaron cormos estadísticamente similares en peso, diámetro y longitud del cormo, sin embargo difirieron significativamente en número y peso de hijos. Bco registró el mayor número de hijos con mayor peso (Tabla 4).

Bco obtuvo en average 47.6 yemas totales/planta (sumatoria de yemas/cormelo, yemas/cormo y yemas/hijos) y NG 31.4 yemas totales/planta (Figura 3).

Irizarry (1980), Torres *et al.* (1994) la escasez de agua, principalmente en el período de crecimiento vegetativo, es la principal limitante de la producción, que afecta el peso, diámetro y largo del cormo. Bco tuvo un desarrollo precoz y obtuvo valores superiores en la mayoría de las variables, a excepción en el número de hojas.

La re-infección con DsMV fue rápida. La fuente de inóculo inicial fueron plantas de especies *Xanthosoma*

Tabla 4. Peso, diámetro y longitud de cormo y número y peso de hijos de los cultivares Bco y NG establecidos en Quilalí, Nueva Segovia al momento de la cosecha.

Cultivares	Variables del cormo			Variables de hijos	
	Peso del cormo (kg)	Diámetro del cormo (cm)	Longitud (cm)	Número de hijos	Peso de hijos (kg)
Bco	0.64 a	8.14 a	10.78 a	7.60 a	0.73 a
NG	0.61 a	7.96 a	9.27 a	2.00 b	0.23 b
ANDEVA	ns	ns	ns	*	*
CV (%)	0.65	6.74	13.98	22.48	0.92
R <sup>2</sup>	0.205	0.254	0.458	0.938	0.88

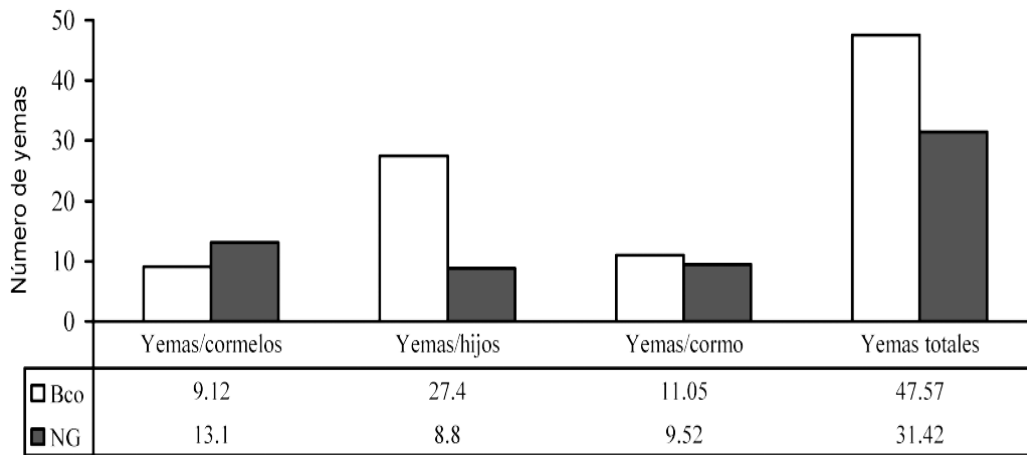


Figura 3. Peso, diámetro y longitud de cormo y número y peso de hijos de los cultivares Bco y NG establecidos en Quilalí, Nueva Segovia al momento de la cosecha.

silvestres infectadas con el virus creciendo voluntarias dentro y alrededor de la zona del ensayo. El virus fue transmitido por áfidos desde los períodos tempranos de desarrollo de las plantas. Los áfidos son la forma de transmisión exclusiva del DsMV, y su control permite mantener las plantas libres del virus, aún en presencia de plantas infectadas. Aunque las plantas *in vitro* reproducidas por TRAS fueron re-infectadas con el virus, su uso en el campo garantizarán buenos rendimientos. Valverde *et al.* (1997) reportan que las plantas *in vitro* re-infectadas aun después de la tercera generación presentan rendimientos más altos que las plantas propagadas de forma convencional.

A pesar de las condiciones de suelos pobres, escasez de agua en la zona y la re-infección con el DsMV durante la duración del ensayo, se registraron 5.64 ton ha<sup>-1</sup> para el cultivar Bco y 6.96 ton ha<sup>-1</sup> para el cultivar NG. Estos rendimientos aproximan al rendimiento promedio nacional reportado por el MAGFOR (2005) de 7.2 ton ha<sup>-1</sup>.

La producción quequisquera nicaragüense se ha basado en el uso y re-uso de material de propagación sin procesos de saneamiento o rejuvenecimiento. Las recurrentes infecciones del material de propagación a través

de los años han conducido a una disminución gradual de los rendimientos. En términos monetarios esta reducción es substancial. La reciente introducción de material de propagación desde otros países sin conocimiento previo de los antecedentes genéticos o de sanidad ha esparcido nuevas enfermedades como el mal seco.

Debido a la falta de cultivares resistentes, la producción *in vitro* de semilla sana es la única alternativa de solución para incrementar los rendimientos y las áreas de producción. Sin embargo, los bajos precios del quequisque a nivel local hacen que la producción basada en el uso directo de vitroplantas no sea rentable. Una alternativa económicamente más viable sería abastecer a productores de material de propagación en forma de cormelos obtenidos de vitroplantas establecidas en áreas sin o con poca presión de inóculo. Con el objetivo de optimizar la producción de cormelos a partir de vitroplantas y por lo tanto reducir los costos de producción Valverde *et al.* (1997) sugieren retrasar el tiempo de cosecha de 9-10 meses, como normalmente se realiza, a 12-14 meses. Los cormelos producidos serán destinados para la propagación y no para el consumo. En esta fase la TRAS propuesta por Reyes y Aguilar (2005) juega

importante rol en el aislamiento, desinfección y desarrollo del mayor número de plantas posibles a partir de las vitroplantas. Cada cormelo puede tener entre 5-10 yemas y cada cormo entre 15-30 yemas con potencial para convertirse en nuevas plantas.

Con el número total de yemas por planta (sumatoria de yemas/cormelo, yemas/cormo y yemas/hijos) y el total de plantas en el campo establecidas en el campo (2200 para NG y 2000 para Bco) se obtuvo un potencial de 69,124 plantas del cultivar NG suficientes para establecer 4.0 ha y 95,140 plantas del cultivar Bco para establecerlas en 5.6 ha.

**CONCLUSIONES**

Los cultivares respondieron de manera diferenciada en la regeneración de plantas a partir de meristemos dependiendo de la constitución de los medios de cultivo. Bco resultó en mayor regeneración de plantas en el medio MS sin reguladores de crecimiento. Para la regeneración de plantas de NG se requiere adicionar reguladores de crecimiento al medio de cultivo.

El cultivo de meristemos + prueba ELISA resultó en 100 % de vitroplantas saneadas de DsMV en ambos cultivares.

En condiciones de Quilalí las plantas del cultivar

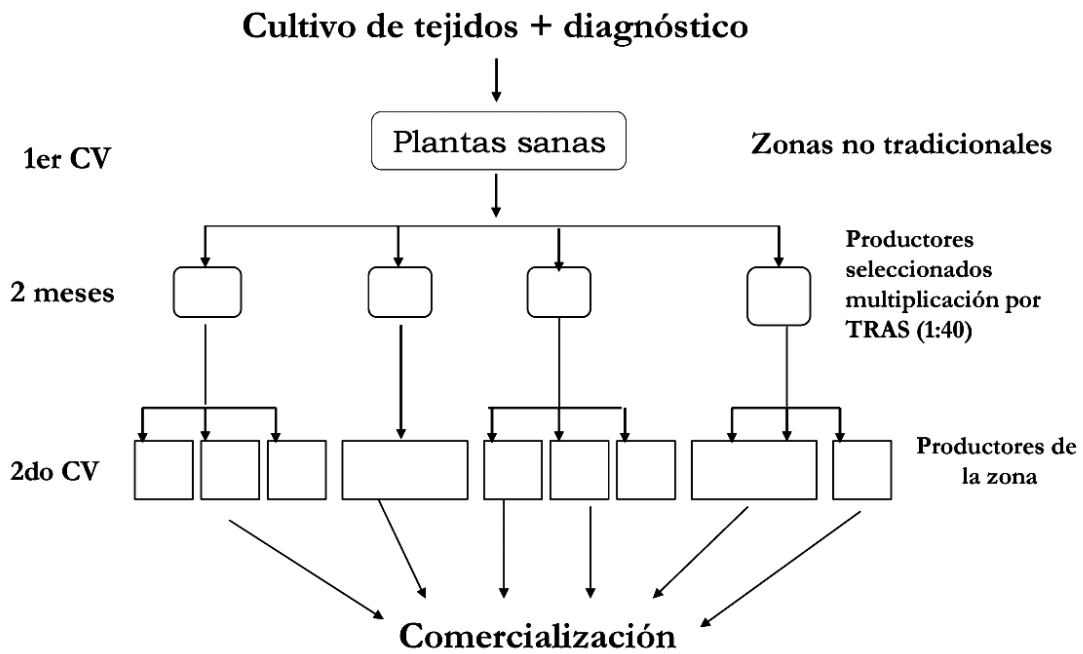


Figura 4. Esquema de uso de la técnica de reproducción acelerada de semilla en quequisque partiendo de vitroplantas libres de las principales plagas y enfermedades.

En el presente estudio se puso en práctica un esquema simple y eficiente de obtención y multiplicación de plantas sanas de quequisque (Figura 4). El objetivo del estudio no fue la producción de cormelos de quequisque para el comercio si no utilizar cormo, hijos y cormelos como fuente de material de propagación, potenciando el número de yemas que poseen a través de la TRAS para brindarle a los productores en un corto período de tiempo semilla de calidad, que garantizan aumentos de los rendimientos.

Bco registraron los mayores valores en las variables de crecimiento.

La reinfección de las vitroplantas con el DsMV ocurrió en un período corto. La fuente de inóculo del virus fueron plantas infectadas de especies *Xanthosoma* creciendo voluntarias en la zona del estudio.

La propagación de las vitroplantas a través de TRAS permite obtener 31-48 yemas/planta. Este esquema de propagación garantiza aumento de los rendimientos como resultado de la utilización plantas-semillas con excelente estado fitosanitario, mayor vigor y precocidad de las plantas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEI (Centro de Exportaciones e Inversiones de Nicaragua). 2005. Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: exportaciones Enero-Diciembre 2004.
- GEORGE, E.F. 1993. Plant propagation by tissue culture. Part 1. The technology. Second edition. Exegetics Ltd. Edintong, Wilts. England. 574 pp.
- JENNINGS, D.L. 1987. Starch crops. In: CRC Handbook of Plant Science in Agriculture. Volume II. (Eds. B. R. Christie.). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA, pp. 137-143.
- MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Forestal). 2003. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2002-2003. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- MAGFOR. 2005. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2003-2004. Dirección de Estadísticas del MAGFOR. Nicaragua.
- MURASHIGE, T. Y SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plantarum*, 15: 473-497.
- ONWUEME, I.C. Y W.B. CHARLES. 1994. Tropical root and tuber crops. Production, perspectives and future prospects. FAO Plant Production and Protection Paper 126, pp. 139-161.
- ONWUENE, I.C. 1978. In: John Wiley and Sons (Ed.). *The Tropical Tuber crops: Yams, Cassava, Sweet Potato, and Cocoyam*. New York, pp. 234
- REYES, G. 2006. Studies in cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua with emphasis on Dasheen mosaic virus. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. ISSN: 1652-6880, ISBN: 91-576-7056-0.
- REYES, G., NYMAN, M. Y RÖNNBERG-WÄSTLJUNG, A.C. 2005. Agronomic performance of three cocoyam (*Xanthosoma violaceum* Schott) genotypes grown in Nicaragua. *Euphytica*, 142: 265-272.
- REYES, G., NYMAN, M. Y RÖNNBERG-WÄSTLJUNG, A.C. 2006. Comparison of field performance between DsMV-free and DsMV-infected in vitro plants of cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua. *Experimental Agriculture*.
- REYES, G. Y AGUILAR, M. 2005. Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* spp.) y malanga (*Colocasia* spp.). Guía técnica No. 8. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. p 6-7.
- SABORÍO, F., UMAÑA, G., SOLANO, W., AMADOR, P., MUÑOZ, G., VALERIN, A., TORRES, A. Y VALVERDE, R. 2004a. Induction of genetic variation in *Xanthosoma* spp. En: Genetic improvement of under-utilized and neglected crops in low income food deficit countries through irradiation and related techniques. (Eds. International Atomic Energy Agency). Vienna, Austria, pp. 143-154.
- SABORÍO, F., UMAÑA, G., SOLANO, W., UREÑA, G., MUÑOZ, G., HIDALGO, N. Y BRENES, A. 2004b. Mejora genética del tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) contra el Mal Seco. Memoria REDBIO 2004. (Talleres. www.redbio.org. 21-Sept-2005).
- SILVA, S., Y IRIZARY, H. 1980. Effect of depth of water table on yield of taniens. *J. Agri. Univ. P.R.* pp. 241-242.
- TAMBONG, J.T, NDZANA, X., WUTOH, J.G. Y DADSON, R. 1997. Variability and germplasm loss in the Cameroon national collection of cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* Schott (L.)). *Plant Genetic Resources Newletters* 112, 49-54.
- TAMBONG, J.T., SAPRA V. T. Y GARTON S. 1998. In vitro induction of tetraploids in colchicine-treated cocoyam plantlets. *Euphytica* 104. 191-197.
- TORRES, S., GÓMEZ, L., VALVERDE, R., ARIAS, O., THORPE, T. 1994. Micropropagation and field performance of virus-free white cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L., Schott) in Costa Rica. In: 30th Annual Meeting of the Caribbean Crop Soc. St Thomas, U.S.V.I.
- TSALA, G.N., OMOKOLO, D.N. Y BALANGE, A.P. 1996. In vitro culture of cocoyam shoot tips, variation of phenol and protein contents and peroxidase and IAA-oxidase activities during adventitious bud formation. *Plant Peroxidase Newsletter*. October, 13-23.
- VALVERDE, R., L. GÓMEZ, F. SABORÍO, S. TORRES, O. ARIAS Y T. THORPE. 1997. Field evaluation of Dasheen Mosaic Virus-free cocoyam plants produced by in vitro techniques. *Scientia Horticulturae* 68, pp. 37-47.
- ZOK, S., SAMA, E.A., NYOCHEMBENG, L., TAMBONG, J.T., NDZANA, X. Y WUTOH, J.G. 1998. Rapid multiplication of root and tuber crops through tissue culture in Cameroon. *Agricultures* Vol. 7, January-February. 63-66.