



Reproducción acelerada de semilla de quequisque (*Xanthosoma* sp.) y malanga (*Colocasia* sp.)



Guía Técnica No. 8

**REPRODUCCIÓN
ACELERADA DE
SEMILLA DE
QUEQUISQUE
(XANTHOSOMA SP.)
Y MALANGA
(COLOCASIA SP.)**

Presentación

La Universidad Nacional Agraria, institución de educación superior, autónoma, que promueve el desarrollo y fortalecimiento de la sociedad nicaragüense, que forma profesionales en el campo agropecuario y forestal y genera conocimientos científicos, pone en manos de la sociedad nicaragüense la Guía Técnica: REPRODUCCIÓN ACCELERADA DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (*XANTHOSOMA* SP.) Y MALANGA (*COLOCASIA* SP.), la cual posee información sobre aspectos generales de la propagación agámica del quequisque y la malanga; sobre el sombreadero, el cantero y el sustrato. La Guía comprende, además, el procedimiento de la técnica de reproducción acelerada de quequisque y malanga. La información que contiene es el resultado de una serie de estudios realizados en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad Nacional Agraria, de los resultados de investigaciones realizadas por docentes y estudiantes del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, adscrito a la Facultad de Agronomía y del intercambio de experiencias con instituciones afines que realizan Investigación en el Campo Agropecuario y Forestal.

El objetivo de las GUÍAS TÉCNICAS es apoyar a técnicos y productores en la toma de decisiones sobre la producción de los cultivos, el manejo pecuario y los procesos agroindustriales que den mayor competitividad al sector agropecuario y forestal. De igual forma, contribuir al manejo integral de las fincas, desde una perspectiva agro ecológica.

La publicación de las GUIAS TECNICAS, se constituye en una de las estrategias con las que cuenta la UNA para la difusión de su quehacer universitario. Estas se unen al Centro Nacional de Documentación Agropecuaria (CENIDA), así como a la infraestructura y equipo para la investigación, (laboratorios y personal técnico), a los medios de divulgación de los resultados, Eventos Científicos y la Revista Científica La Calera.

Las GUIAS TECNICAS han sido elaboradas con el propósito de hacerlas accesibles a una amplia audiencia, que incluye Productores, Profesionales, Técnicos, y Estudiantes, de tal forma que se constituyan en una herramienta de consulta, enseñanza y aprendizaje, que motiven la investigación y la adopción de tecnologías, y que contribuyan de la mejor manera al desarrollo Agropecuario y Forestal de Nicaragua.

Freddy Alemán

Director de Investigación, Extensión y Postgrado



Autor:

Ing. Agr. MSc. Guillermo Reyes
Castro
Ing. Agr. Marbell Aguilar Maradiaga

Rector:

MSc. Telémaco Talavera Siles

Vicerrector:

MSc. Alberto Sediles Jaen

Editor Principal:

Dr. Freddy Alemán

Diseño Gráfico:

Mario A. Castro M.
Mario A. Castro G.

Número de ejemplares: 500

Universidad Nacional Agraria

Esta publicación es posible gracias al apoyo financiero del Pueblo y Gobierno de Suecia a través de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi) y la Agencia Sueca para la Colaboración en Investigación (SAREC)

Serie Técnica No 8. UNA 2005®

Managua, Nicaragua, 2005.

I. Introducción

La población nicaragüense demanda en su dieta diaria la producción de raíces y tubérculos. El quequisque y la malanga son cultivos cuyos cormos y cormelos son consumidos en diversas maneras por ser ricos en carbohidratos, proteínas, grasas y aminoácidos (Onwueme y Charles, 1994). Además del valor nutricional, estos cultivos generan recursos económicos a los productores nicaragüenses principalmente al ser exportados a los mercados étnicos de los Estados Unidos, Costa Rica y Puerto Rico (Reyes *et al.*, 2005a).

Quequisque es el tercer cultivo farináceo más consumido en Nicaragua después de la papa (*Solanum tuberosum* Linn) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz), segundo en relación al área total sembrada después de la yuca (MAG-FOR, 2005). En el año 2004, el quequisque registró el mayor volumen de exportación de entre todas las raíces y tubérculos, con 5 120 toneladas (CEI, 2005). En el caso de malanga es poca la información disponible, aunque es consumida en el trópico húmedo y la zona central del país.

A pesar de la importancia actual y potencial, el área total de siembra de ambos cultivos ha decrecido de manera constante. El área de siembra de quequisque pasó de 30000 ha en 2001 (MAG-FOR, 2003) a 6450 ha en 2004 (CEI, 2005). El rendimiento nacional promedio también declinó de 19-22 t ha⁻¹ en 1999 (INTA, 2000) a 7.2 t ha⁻¹ en 2004 (MAG-FOR, 2005).

La reducción del rendimiento reportada es causada principalmente por el ataque de hongos, bacterias y virus, los que son básicamente diseminados a través del material de propagación. Este es un problema muy serio especialmente en el trópico húmedo nicaragüense donde casi la totalidad de la producción de quequisque se destina a la exportación. En esta región las plantaciones comerciales han sido trasladadas hacia otras áreas con el objetivo de obtener altos rendimientos. Sin embargo, debido a la falta de material de siembra libre de enfermedades, los productores de quequisque han dispersado las enfermedades.

Las principales enfermedades que se reportan en quequisque y malanga son el virus del mosaico del dasheen (DsMV, siglas en inglés) y el mal seco, destructivo complejo hongos-bacterias del suelo. Las plantaciones comerciales de quequisque presentan entre 68-100% de infección con el DsMV (Reyes *et al.*, 2005a). La reducción del rendimiento como consecuencia de la infección con el virus en quequisque fue estimada por Reyes *et al.*, (2005b) en cerca del 25%, aunque ataques severos pueden causar hasta 50% de pérdidas en el rendimiento (Saborío *et al.*, 2004). Rivers (2004) estimó que las afectaciones con DsMV en tres clones de malanga en Nicaragua están en el rango de entre 2% y el 55%.

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

El mal seco solo es reportado hasta el momento en plantaciones de quequisque en el trópico húmedo (Nueva Guinea-El Rama). No se tiene información de ataques del mal seco en malanga, aunque es muy probable que esto también ocurra.

La introducción masiva y sin criterios fitosanitarios, de cepas de quequisque (semilla inicial) procedentes de Costa Rica, en la década de los 80, puede explicar la aparición y diseminación de esta enfermedad en Nicaragua.

La paradoja entre el aumento de la demanda internacional de quequisque y malanga y la disminución de las áreas de siembra debido a enfermedades debe resolverse a favor de los productores y la economía nacional. Aunque en Nicaragua no existen programas orientados a la certificación, saneamiento y producción de semilla asexual y que brinden capacitación dirigida a elevar el nivel tecnológico de los productores, la utilización de plantas saneadas a través de cultivo *in vitro* (vitroplantas) es ya una

REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (XANTHOSOMA SP.) Y MALANGA (COLOCASIA SP.)

4

propuesta de solución comprendida y puesta en práctica por productores individuales y agrupados. A pesar de que la utilización masiva y directa de vitroplantas no es viable económicamente, su uso a pequeña escala se justifica siempre y cuando éstas sean establecidas en áreas sin antecedentes de mal seco y DsMV; y que la totalidad de cormos y cormelos después del primer ciclo vegetativo sean destinados a obtención de material de siembra. En este momento se hace necesario el uso de una técnica que maximice el número de plantas a obtener en un período de tiempo relativamente corto.

La técnica de reproducción acelerada de samilla (TRAS) complementa las bondades ofrecidas por las vitroplantas al potenciar cada yema individual contenida en los cormos y cormelos, y las convierte en poco tiempo en nuevas plantas con idénticas condiciones genéticas y fitosanitarias de las vitroplantas madres. TRAS puede ser utilizada de igual manera en la reproducción rápida de plantas élites seleccionadas en el campo por los productores o cuando se ha introducido un nuevo clon y se dispone de pocos cormos y cormelos como fuente inicial de semilla.

En la presente guía se incluyen los aspectos generales de la propagación agámica del quequisque y la malanga; sobre el sombreadero, el cantero y el sustrato. Se presenta además el procedimiento de la TRAS empleado en la multiplicación de yemas individuales de cormos y cormelos. La guía es el resultado de una serie de estudios realizados en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad Nacional Agraria, dirigidos a poner a punto la metodología. Se presentan también resultados de ensayos evaluativos del comportamiento de las plantas generadas por TRAS en cuatro zonas (Masaya, Nueva Guinea, Managua y Chinandega). Por último se propone un esquema del uso combinado de vitroplantas y TRAS para garantizar suficiente cantidad de semilla con alta calidad genética y fitosanitaria.

II. ASPECTOS GENERALES DE LA REPRODUCCIÓN AGÁMICA O ASEJUAL DEL QUEQUISQUE Y LA MALANGA

El quequisque y la malanga pertenecen a un grupo de plantas que aunque producen semillas botánicas; éstas no se utilizan económicamente para la reproducción por diferentes causas. Entre estas están: poca viabilidad, longitud de su ulterior crecimiento, y la dificultad de su obtención. Además, las plantas obtenidas por la vía

asexual son muchos más vigorosas, de crecimiento más rápido e incluso más productivas. En este grupo de plantas se encuentran también la caña de azúcar, la papa, la yuca, la piña y otras.

El quequisque y la malanga tienen la facultad de originar también semillas viables, lo cual posibilita la realización de hibridaciones y obtener nuevas formas vegetales con determinadas características mejoradas (resistencia, rendimiento, entre otras). Una vez logrado esto, las formas creadas pueden ser multiplicadas asexualmente y perpetuar así los nuevos clones. 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 de cuyas porciones o partes somáticas se han originado.

La propagación sexual del quequisque y la malanga no es conveniente debido al carácter heterocigoto de la semilla, lo que deviene en alta variabilidad en los descendientes, es por eso que las vías de propagación más empleadas son las vegetativas a partir pedazos de cormos y cormelos, por el fraccionamiento de cormos en trozos que contengan una yema (TRAS) o por medio del cultivo *in vitro*.

2.1 Características de los clones que influyen en su pureza genética

La reproducción agámica del quequisque y la malanga se caracteriza porque se realiza por medio de las partes vegetativas de la planta, o sea utilizando porciones somáticas de esta, es decir, no es necesaria la concurrencia de otro individuo de la especie para efectuar la propagación de ésta.

La multiplicación asexual contribuye a que no varíe la constitución genética de la nueva planta. Este tipo de reproducción hace que en los nuevos individuos aparezcan copiadas fielmente todas las características de la planta que los originó. La causa de ello, como se sabe, es que solo ocurren procesos mitóticos de división celular, lo cual provoca la duplicación exacta de una célula en otra en cuanto a su sistema cromosómico. Ahora bien, la influencia ambiental puede ocasionar cambios aparentes o visibles en los individuos, lo cual equivale a variar su fenotipo, ya que el genotipo es igual en los individuos procedentes de una misma planta.

2.2 Ventajas y desventajas de la multiplicación asexual del quequisque y la malanga

Son diversas las ventajas derivadas de la multiplicación asexual de las plantas, lo cual ha motivado su amplio empleo como método de reproducción. No obstante, este tipo de multiplicación tiene ciertas particularidades que resultan inconvenientes, por lo cual deben ser tomadas en cuenta al emplearla. De acuerdo a Pérez y Rodríguez (1989) las principales ventajas y desventajas de la multiplicación asexual se resumen a continuación.

Ventajas

- Mantiene invariables las características del progenitor en los descendientes.
- Propicia una mayor rapidez en el desarrollo de las plantas.
- Las semillas son de más fácil obtención.
- Un buen genotipo de una planta permite desarrollar, a partir de él, un clon con iguales características.

Desventajas

- Facilita la propagación de virus y otros agentes patógenos.
- Las posibilidades de obtener nuevas características genéticas son muy limitadas y solo ocurre por mutación.

2.3. Influencia de la planta madre

En quequisque, la propagación más utilizada por los productores nacionales es a través de secciones o pedazos del cormo. López *et al.*, (1995) reportan diferencias en plantas provenientes de distintas partes del cormo. Otros autores encuentran diferencias también cuando las plantas son generadas a partir de los cormos en comparación a las plantas obtenidas de cormos o cepas madres.

En malanga en cambio, los hijuelos son utilizados como material de siembra, ya que el cormo principal es destinado para el consumo. La obtención de material de siembra a partir del cormo también reporta diferencias a favor de los hijuelos.

La formación de cormos generalmente es regulado por dos componentes: uno, el follaje que se ha desarrollado y el otro la influencia del órgano reproductor (cormo madre). La concentración elevada de giberelina induce al crecimiento del follaje y retarda la formación de cormos (dominancia apical). Cuando el tubérculo madre aporta suficiente cantidad de sustancias tuberizantes (abscisina II) unida a la que aporta el follaje, se induce a la formación

de cormos y se inhibe el desarrollo del follaje. La cantidad de sustancia tuberizante que aporta el cormo madre, depende en gran medida, de las condiciones en que haya sido almacenado, de la edad en que ha sido cosechado y del tiempo de almacenaje antes de la plantación.

III. ESTRUCTURAS MÍNIMAS REQUERIDAS Y SUBSTRATOS

3.1. El sombreadero. Proporciona homogeneidad ambiental a las plantas, amortigua la incidencia directa de los rayos solares, disminuye la temperatura del sustrato, acelera la brotación de las hojas de los brotes, y mejora el aprovechamiento del agua de riego.

No es una estructura de obligada construcción para los propósitos de propagación a través de TRAS, sin embargo en regiones como el occidente del país donde la incidencia solar y las temperaturas son altas y las precipitaciones son escasas, sobre todo a finales del verano, construir un sombreadero es una tarea muy importante.

En dependencia de las condiciones ambientales y de la disponibilidad de recursos, el sombreadero puede ser cubierto con tela sarán, plástico transparente, láminas de fibra de vidrio, hojas de plátano, etc (Figura 1).

3.2 Canteros. Son estructuras construidas de forma permanente o temporal, tienen el propósito de brindar las condiciones necesarias para el desarrollo de las plántulas. Las estructuras permanentes pueden hacerse de piedras canteras, bloques o cualquier material que permita contener el sustrato. En este último caso se recomienda hacer canteros de 10 m de largo por 1.20 m de ancho por 0.4 m



Figura 1. Sombreadero hecho con hojas de plátano.

REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (XANTHOSOMA SP.) Y MALANGA (COLOCASIA SP.)

6

de profundidad (Figura 2 A). En el interior del cantero se depositarán dos capas de sustrato. Una capa de 20 cm de hormigón rojo y una capa de 10 cm de arena de construcción (sustrato).

La desinfección de los canteros debe realizarse antes y después de haber propagado las plantas TRAS. Productos bactericida-fungicidas debe aplicarse al menos tres días antes de la siembra. El uso de cloro comercial (2%) o formaldehído resultan igualmente efectivos con este propósito. Desinfección del sustrato con formaldehído 10%, de entre 10 a 12 litros de solución por cantero de con dimensiones de 10 m de largo y 1.20 de ancho, ha dado buenos resultados. Para evitar que el fungicida o desinfectante pierda su efectividad por efectos del medio ambiente, los canteros se deben cubrir con plástico oscuro inmediatamente después de aplicar el producto. Dos días después se dejan ventilar por uno o dos días.

3.3. Arena como sustrato. La arena utilizada como sustrato, es de fácil desinfección, generalmente presenta

bajo nivel de contaminación de agentes patógenos, plagas y semillas de malezas. Debido a la consistencia porosa de la arena, los daños en el sistema radicular durante la extracción de las plántulas se reducen al mínimo y favorece la rápida brotación de las yemas. Evita también el anegamiento de los canteros y aumenta la productividad de siembra y extracción de plántulas.

Tierra, humus de lombrices, compost, solos y en combinaciones pueden utilizarse como sustrato. Cáceres y Gutiérrez (2002) reportan un número de hojas, grosor del pseudotallo y área foliar de plantas desarrolladas en humus de lombrices estadísticamente superior a los obtenidos en plantas establecidas en otros sustratos. El único inconveniente de este sustrato es el precio de adquisición (4-5 US\$/qq), lo que lo hace inaccesible para los productores.

IV. TÉCNICA DE REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLA (TRAS)

Esta técnica consiste en la extracción individual de las yemas (axilares y apicales) del cormo y cormelos, su desinfección y establecimiento en un sustrato adecuado para el ulterior desarrollo de una nueva planta (Figura 3) que iría al campo nuevamente. El quequisque y malanga son fácilmente propagados utilizando este método, por la posibilidad de reproducirse por pequeñas fracciones de tejidos siempre y cuando éstos contengan al menos una yema.

Ventajas de la TRAS

- Las afectaciones del material de siembra por insectos, hongos y bacterias se ven disminuidas significativamente.
- Incrementa la cantidad de semilla obtenida por planta. Puesto que las yemas de los cormos y cormelos son escindidas individualmente, se pueden obtener de entre 40-60 fracciones (yemas) por planta madre.
- La semilla puede ser establecida en almácigos o viveros donde puede ser manejada fácilmente.
- Reduce el tiempo del cultivo en el campo. La permanencia en canteros o en sustratos (1-2 meses) donde las plantas desarrollan sus primeras 4-5 hojas y un sistema radicular inicial, es tiempo descontado a las plantas establecidas en el campo. Por esto mismo las plantas TRAS deben ser cosechadas al menos un mes antes que las plantas obtenidas de manera convencional.
- La competencia con las malezas en los estadios iniciales de la planta es menor puesto que las plantas son



Figura 2. Cantero permanente construido de piedras canteras (A); canteros temporales o eras hechos en el suelo (B y C).

Técnica de reproducción acelerada de semillas en QQQ



Figura 3. Esquema de la TRAS en quequisque y malanga

trasladas en bolsas o a raíz desnuda y llevan desarrolladas las primeras hojas y raíces.

- Facilita la multiplicación rápida de nuevos materiales de siembra o clones.
- La resiembra se reduce hasta un 30%.
- Aumento del potencial de rendimiento.
- Recuperación de la calidad genética.

Inconvenientes

- Es una técnica de propagación que de acuerdo condiciones ambientales requiere de una inversión en infraestructura.
- Demanda mano de obra extra.

4.1 Selección del material a ser multiplicado

Lotes de plantas que presenten más de 5% de plantas afectadas por enfermedades deben ser descartados para la producción de semilla. Si el lote escogido para semilla es

un lote comercial, el productor deberá realizar una selección rigurosa de plantas, escogiendo las sanas, las cuales deberán estar alejadas de plantas afectadas. Plantas acamadas y enfermas deben ser descartadas, así como plantas sospechosas de tener síntomas de mal seco y DsMV.

Al momento de la siembra no se debe mezclar semilla que provenga de diferentes tipos (cormos pequeños y cormelos), ya que éstos dan como resultado plantíos no uniformes en cuanto a germinación, crecimiento, cosecha y rendimiento.

- Se seleccionan cormos que presenten buenas características tanto fitosanitarias como morfológicas que comprenden desde la calidad, tamaño y producción de cormelos
- Se deben eliminar los residuos de tierra, restos de hojas y raíces que estos traen del campo.
- Se seleccionan cormos con un diámetro mayor de 10 cm y un peso aproximado de 5 libras (Figura 4A y B).

Es recomendable hacer una rigurosa selección de la semilla, esto es que proceda de plantas de apariencia sanas. La desinfección de la semilla tiene mucha importancia, puesto que reducir las afectaciones con plagas y enfermedades, la protege, acelera su brotación y el enraizamiento.

4.2 Procedimiento

4.2.1. Limpieza y lavado del material de siembra.

Tierra, restos de raíces y material seco presentes en los cormos y cormelos deben eliminarse, previo al lavado de los cormos con agua y detergente con el objetivo de facilitar la extracción de las yemas. Es aconsejable dejar la semilla en un sitio fresco por dos o tres semanas para favorecer la brotación de las yemas axilares (Figura 4C). La eliminación de la yema apical o principal favorecerá este proceso. La brotación de las yemas facilitará la extracción



Figura 4. Cormos de quequisque seleccionados. A) cultivar Blanco, B) cultivar Masaya. C) Cormos de planta madre con más de 1 años en el campo, nótese las yemas axilares brotadas una vez que se eliminó la dominancia apical.

REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (*XANTHOSOMA SP.*) Y MALANGA (*COLOCASIA SP.*)

8



Figura 5. Yemas extraídas de cormos o cormelos. A y B) Dimensión de las yemas, C) cormos con 15 días de haberseles eliminado la dominancia apical, al momento de extraerles las yemas axilares.

de las yemas individuales, una mayor brotación y un desarrollo más rápido de las plantas en los substratos.

4.2.2 Extracción de las yemas. Para esta actividad puede utilizarse un sacabocados de 2.5 cm de diámetro o bien un cuchillo o navajas, con el que se extraen las fracciones de tejido del cormo o cormelos conteniendo una yema axilar (Figura 5A-C). Cada fracción debe tener un tamaño aproximado de 2×2 cm (largo por ancho) \times 1 cm de material de reserva. Se pueden extraer de entre 15 a 20 yemas axilares de un cormo y entre 4-7 yemas por cormelo. El peso aproximado de cada yema individual es de 20 – 50 gramos (1-2 onzas).

4.2.3 Desinfección de las yemas. La desinfección de las yemas con las dimensiones mencionadas es mucho más efectiva que la que se realizaría durante la siembra convencional del quequisque y la malanga donde se utilizan trozos de cormos mucho más grandes. Existen varios desinfectantes (bactericidas-fungicidas) que se pueden utilizar. Aquí es importante mencionar que el volumen final de desinfectante a utilizar deberá ser el doble del volumen total que utilizan las yemas en el recipiente. Hipoclorito de sodio (cloro comercial) al 2% es una alternativa efectiva, relativamente barata y de fácil consecución. Las yemas deben sumergirse entre 5 - 10 minutos en el desinfectante y luego se ponen a secar al sol. Entre mayor sea el tamaño de las yemas menos efectividad se tendrá en la desinfección.

4.2.4 Siembra de las yemas. Previo a la siembra deberá regarse el cantero o el sustrato donde se establecerán las yemas. Las yemas deben sembrarse con la punta hacia abajo a una profundidad de 1-2 cm. Sembrar las yemas con su punta hacia arriba retarda la brotación de plantas y el enraizamiento (Cáceres y Gutiérrez, 2002). Cuando

se siembra en canteros, distancias de 10 x 10 cm son suficientes para desarrollar buenas plantas.\

4.2.5 Control de malezas. El control de malezas en los canteros y substratos debe realizarse periódicamente de manera manual o de acuerdo a la incidencia de éstas. Para efectos de abaratar los costos, no se recomienda el uso de substratos estériles, sin embargo los substratos deberán estar limpios y con la menor cantidad de semillas de malezas posibles.



Figura 6. Plantas creciendo en diferentes substratos. Planta de quequisque y malanga reproducida en bolsa (A y B). Plantas de ñampí reproducidas en el cantero (C).

4.2.6 Riego. La aplicación de riegos de 15 minutos de duración en las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde favorecen el desarrollo normal de las plantas. Estos pueden aplicarse de forma manual, con manguera o con aspersores.

4.2.7 Fertilización. Se recomienda la aplicación de dos fertilizaciones, la primera a los 30 días después de siembra y la segunda a los 45 dds (Cáceres y Gutiérrez, 2002). En ambos casos deben realizarse diluidas en agua a razón de 5 g (0.17 onza) de fertilizante completo (15-15-15 ó 12-30-10) en 4 litros de agua (galón) por m². Se requieren 30 g (1 onza) de completo en 18 litros de agua para fertilizar un cantero con dimensiones de 5 m de largo por 1.2 m de ancho, o para fertilizar 450-500 plantas establecidas en bolsas.

4.2.8 Trasplante. Las plantas de los canteros pueden ser trasladadas a nuevo sustrato contenido en bolsa de polietileno y mantenidas por 1 mes más, en dependencia del tamaño, o trasladadas directamente al campo a raíz desnuda. Debe mantenerse el régimen de riego y se fertilizará cada 15 días de la misma forma que en los canteros. Las plantas deben tener una altura de 25 cm y presentar de 4 a 5 hojas para ser trasladadas. El trasplante debe realizarse en horas de la mañana o por la tarde. Previo al trasplante suministrar un riego a las bolsas para facilitar la extracción de las plan-

tas. Antes y después del establecimiento de las plantas al campo se debe suministrar riego.

El trasplante a raíz desnuda es una opción también factible. Tiene el inconveniente de que al realizar la extracción de las plantas de los sustratos que las contienen, alguna parte de las raíces son cercenadas, lo que causará algún grado de estrés a las plantas cuando éstas sean establecidas en el área definitiva. El trasplante a raíz desnuda se recomienda realizarlo cuando es cerca la distancia entre el lugar donde está establecido el semillero y donde se realizará la plantación.

4.3 Rendimiento y aplicaciones de las plantas TRAS

Rendimiento. El comportamiento agronómico de las plantas de quequisque generadas a través de TRAS ha sido evaluado en tres zonas productoras del país. Para esos efectos se citan los trabajos realizados en El Viejo, Chinandega (Maradiaga, 2002), en Masaya (García y Acuña, (2000) y en Nueva Guinea (Acevedo, 2001). En las zonas evaluadas las plantas TRAS reportan mayores rendimientos (kg.ha⁻¹) que la plantas propagadas convencionalmente, como producto del mayor número de cormelos y peso total por planta en las plantas TRAS (Tabla 1). El estado sanitario, relacionada con la desinfección de yemas de pequeño tamaño; y la utilización de yemas individuales juveniles para generar las plantas TRAS puede explicar estos resultados.

Tabla 1. Valores promedio de los componentes del rendimiento en plantas de QQQ propagadas vía TRAS y convencionalmente, establecidas en tres regiones del país.

Región	Técnica	Componentes del rendimiento			Rendimiento	
		Cormelos/pta	Peso total/pta	Peso promedio de cormelo (g)	kg/Ha	qq/Mz
Masaya	TRAS	3.50 a	210 l	60.0 a	4,284	66.2
	Convencional	2.10 b	150 b	71.4 a	3,060	47.3
Nueva Guinea	TRAS	5.40 a	522 a	113.5 a	11,107	244.0
	Convencional	3.23 b	365 b	96.8 a	7,768	170.9
EL Viejo	TRAS	6.86 a	921 a	134.3 a	13,331	206.0
	Convencional	2.25 b	421 b	187.1 a	6,093	94.2

Medias precedidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas, según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha = 5\%$.

REPRODUCCIÓN ACELERADA DE SEMILLA DE QUEQUISQUE (XANTHOSOMA SP.) Y MALANGA (COLOCASIA SP.)

10

Esquema de uso de TRAS en quequisque y malanga

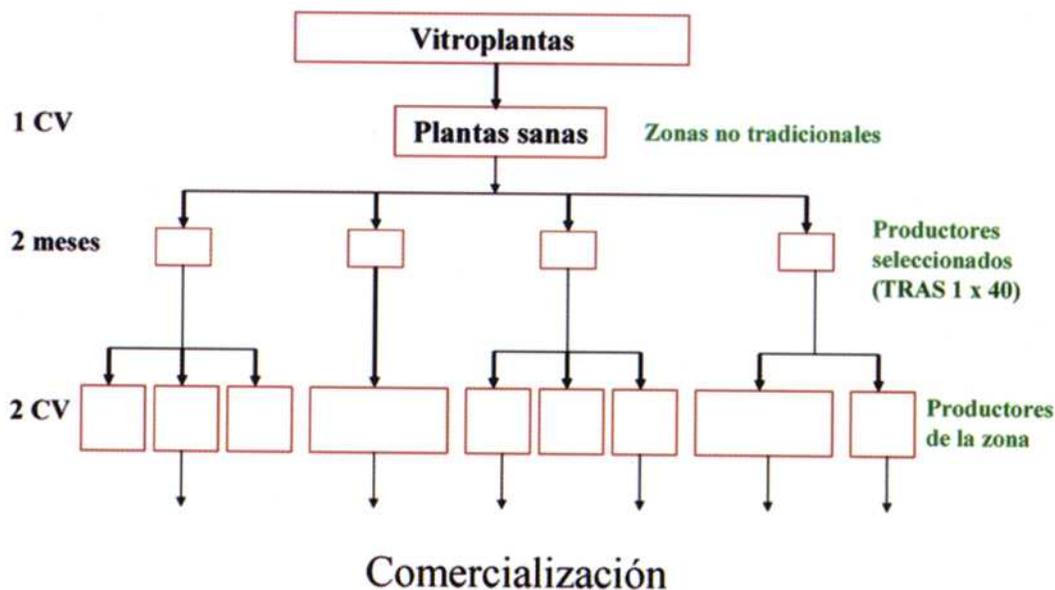


Figura 7. Esquema de uso de la técnica de reproducción acelerada de semilla en quequisque y malanga, partiendo de vitroplantas libres de las principales plagas y enfermedades.

Usos. El estado de plantas de quequisque y malanga totalmente libres de plagas y enfermedades solo puede ser garantizado si éstas fuesen reproducidas a partir de plantas sanas o a través del cultivo *in vitro* y diagnosticadas estar libres de enfermedades, especialmente virales, utilizando cualquier técnica de detección (ELISA, microscopía electrónica, PCR, etc.). Debido a la ausencia de patógenos, las vitroplantas reportan rendimientos superiores a las plantas propagadas convencionalmente.

Sin embargo el precio de producción-adquisición de una planta *in vitro* hace prohibitivo su uso directo para los productores. La técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) complementa las bondades ofrecidas por las vitroplantas al potenciar cada yema individual contenida en los cormos y cormelos, y las convierte en poco tiempo en nuevas plantas con idénticas condiciones genéticas y fitosanitarias de las vitroplantas madres.

En la Figura 7 se presenta un esquema de utilización de las plantas TRAS. La propuesta consiste en iniciar el proceso con plantas libres de patógenos generadas *in vitro*, y su establecimiento en zona sin antecedentes de mal seco y el DsMV, generalmente zonas no tradicionales del cultivo, pero donde se disponga de riego.

La totalidad de cormos y cormelos obtenidos de esas plantas se utilizarían para la multiplicación exponencial 1:40 (40 plantas TRAS por vitrolanta), cuando se extraigan todas la yemas individuales. Esta labor podrían realizarla productores individuales y o seleccionados en las zonas productoras. Las plantas así generadas serán destinadas a la producción para el comercio. Investigaciones realizadas estiman que estas plantas comienzan a disminuir su rendimiento después de cuatro generaciones o ciclos. Lo que es lo mismo decir, se garantizan rendimientos superiores que las plantas convencionalmente reproducidas en al menos cuatro cosechas.

Las plantas TRAS pueden ser utilizada de igual manera en la reproducción rápida de plantas élites seleccionadas en el campo por los productores o cuando se ha introducido un nuevo clon y se dispone de pocos cormos y cormelos como fuente inicial de semilla.

V. REFERENCIAS

- ACEVEDO, L.** 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 de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 Pp.
- CÁCERES, D. Y GUTIÉRREZ, O.** 2002. Efecto 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 semilla. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 34 Pp
- CEI** (Centro de Exportaciones e Inversiones de Nicaragua). 2005. Servicio de Inteligencia Comercial. Nicaragua: exportaciones Enero-Diciembre 2004.
- GARCÍA, A. A., Y ACUÑA, E. S.** 2000. Comportamiento en condiciones de Masaya de plantas de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), cultivar Masaya, obtenidas de tres técnicas de propagación. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 39 Pp.
- GÓMEZ, Y.** 2000. Multiplicación de tres cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) mediante la técnica de propagación acelerada de semilla (CRAS). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 29 Pp.
- HARTMANN, H Y KESTER, D.** 1991. Propagación de plantas: Principios y prácticas. Ed. Continental, VI impresión. México: pp 220-235.
- INTA** (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2000. El cultivo del quequisque. Guía tecnológica. Managua, Nicaragua.
- LÓPEZ, M., VÁSQUEZ, B.E., Y LÓPEZ, F.R.** 1995. Raíces y tubérculos. Eds. R.M. Ojeda; L.J. Mora. 2da ed. Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación.
- 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.
- MARADIAGA, A.** 2002. Comportamiento agronómico de plantas del clon de quequisque Nueva Guinea (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott), reproducidas a través de dos técnicas de propagación en condiciones de El Viejo, Chinandega. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 32 Pp.
- 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.
- PÉREZ, J Y RODRÍQUEZ C.** 1989. Producción de semillas y propágulos. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba: 269 pág.
- REYES G, NYMAN, M Y RÖNNBERG-WÄSTLJUNG A C.** 2005a. 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.** 2005b. Comparison of field performance between DsMV-free and DsMV-infected in vitro plants of cocoyam (*Xanthosoma* spp.) in Nicaragua. Experimental Agriculture. (Sometido).
- RIVERS, E.** 2004. Incidencia del virus del mosaico del dasheen (DMV) y producción de plantas libres del virus en tres cultivares de malanga (*Colocasia* sp.). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 32 Pp.