

Capítulo 21

Cultivo de tejidos y material de propagación libre de enfermedades en el ñame

S. H. Mantell*
S. Q. Hague**
F. L. Chandler***

Agradecimientos

Las etapas de registro y desarrollo del plan descrito sobre propagación del ñame recibieron un generoso apoyo del Overseas Development Administration (Proyectos de investigación R2672, R3232 y R3218). Recibieron también apoyo, en el área de virología, del Scottish Crop Research Institute, Escocia, Reino Unido, y del European Development Fund, Regional Programme for the Caribbean Development Assistance to the Caribbean Development Bank, Proyecto No. 4100-033-97-46; este proyecto convirtió en realidad el primer esquema de certificación del ñame.

* Department of Horticulture, Wye College, London University, Inglaterra.

** Department of Plant Biology, University of Birmingham, Inglaterra.

*** Caribbean Agricultural Research and Development Institute, Cave Hill Campus, Barbados, Indias Occidentales.

Introducción

El ñame pertenece al género *Dioscorea*. Sus tubérculos se utilizan como fuente ya sea de carbohidratos o ya de compuestos medicinales del grupo de los esteroides. El ñame se cultiva en la región del Caribe como una fuente de carbohidratos. Las principales especies cultivadas son: *Dioscorea alata*, *D. rotundata*, *D. cayenensis*, *D. esculenta*, *D. bulbifera* y *D. trifida*. Cada especie posee sus propios atributos que se expresan en las características de producción del tubérculo, y en su textura y sabor en la cocción. *D. alata*, uno de los ñames más populares del Caribe, se propaga vegetativamente mediante partes del tubérculo; por ello, ciertos cultivares han sido seleccionados y conservados a través de los años por los agricultores de la región. Algunos de los más comunes son: White Lisbon, Oriental, Harper, Ashmore, St. Vincent Red, Smooth Statia, Renta, y Coconut Lisbon. Esta nomenclatura ha sido adoptada tanto por los agricultores como por los investigadores.

Una decisión política importante en los países del Caribe ha sido la sustitución de alimentos que tradicionalmente se importaban por productos básicos cultivados localmente. Algunos países como Guyana cuentan ya con una legislación que prohíbe la importación de cultivos como la papa irlandesa (*Solanum tuberosum*). Las características favorables de cocción y sabor de algunos cultivares de ñame lo han convertido en el sustituto local más apropiado de la papa.

El ñame se ha exportado del Caribe al Reino Unido y a América del Norte, una vez atendido el consumo local; desde los años 60 es un componente importante del comercio de exportación agrícola. Sin embargo, varias enfermedades del cultivo, principalmente la mancha parda interna, impidió una expansión adicional de las exportaciones de ese producto. En 1965, cerca del 50% de las exportaciones de ñame procedentes de Barbados se perdió a causa de dicha enfermedad.

El ñame ha desempeñado un papel muy significativo en la agricultura regional ya que es un ejemplo de una tecnología de procesamiento de alimentos desarrollada con éxito. Se ha establecido una planta piloto de procesamiento en Barbados, y el producto empacado (ñame instantáneo) ha encontrado aceptación tanto a nivel local como en los países de clima templado. Si aumentara la inversión, esta industria generaría ingresos para la región por empacar un alimento rico en carbohidratos que carecería de algunas desventajas inherentes al producto fresco, como su disponibilidad restringida a 4 ó 6 meses del año y los inconvenientes de pelar y preparar el producto para su consumo. La posición del ñame en la agricultura regional reclama, en fin, una mejor tecnología de producción.

Enfermedades del Ñame

Dejando de lado las dificultades económicas, se considera que la producción de ñame de alto rendimiento y buena calidad en la región caribeña se encuentra en peligro por la presencia de varias enfermedades.

Enfermedades causadas por virus

Tres tipos de virus infectan el ñame en la región: los virus en forma de bastoncito, los flexible-baciliformes, y los esféricos. La presencia de estos virus en las plantas de ñame está asociada con dos síntomas foliares diferenciados —moteado y formación de bandas en las nervaduras, y aclaramiento en las nervaduras— y con síntomas en los tubérculos, como la mancha parda interna antes mencionada.

Estas enfermedades causan pérdidas sustanciales en el rendimiento y en la calidad del tubérculo. Material genético de la variedad White Lisbon afectado por el moteado y la formación de bandas en las nervaduras dio un rendimiento de tubérculos significativamente menor en comparación con las plantas libres de esa enfermedad. Las encuestas hechas durante 1975 señalaron que las enfermedades virales se encontraban presentes en cultivos de las seis especies de ñame comestible cultivadas en el Caribe. Todos los materiales de ñame de la región pueden ser atacados por los virus puesto que, por tradición, el ñame se ha propagado vegetativamente y esos agentes infecciosos se transmiten, año tras año, mediante partes vegetales de propagación. Los virus se han acumulado en los materiales genéticos hasta llegar a niveles que van en detrimento de la producción del tubérculo.

Enfermedades causadas por nematodos

En la Mancomunidad del Caribe hay enfermedades causadas por nematodos que afectan sobremanera el rendimiento y la calidad del ñame. La más importante es la pudrición seca, causada principalmente por el nematodo *Pratylenchus coffeae*. La pudrición extensa del tubérculo es una consecuencia de infecciones bacterianas y micóticas. En Jamaica y otros países, los nematodos están ampliamente diseminados y en algunas localidades no se consiguen materiales de propagación libres de ellos.

Los tubérculos del ñame afectados por la pudrición seca contienen nematodos vivos; la siembra de este material, por tanto, sólo sirve para diseminar más la enfermedad. Una medida útil para reducir las poblaciones de nematodos en los tubérculos de progenie y en el suelo asociado

consiste en sumergir en soluciones de nematicida, antes de la siembra, las partes afectadas de los tubérculos. Sin embargo, todavía no ha sido posible eliminar los nematodos de los elementos vegetativos de propagación. El método más exitoso empleado hasta el momento es la propagación por medio de enredaderas porque éstas no están infestadas por el nematodo causante de la pudrición seca.

Enfermedades causadas por hongos y bacterias

Estas enfermedades tienen particular importancia durante el almacenamiento de los tubérculos de ñame; los patógenos los infectan generalmente a través de los tejidos lesionados o golpeados. Después de la infección, se presenta una pudrición extensiva de los tejidos centrales del tubérculo. Estas enfermedades pueden evitarse o controlarse de manera efectiva aplicando productos químicos y empleando materiales sanos para propagar el cultivo.

Las enfermedades del ñame, especialmente las transmitidas por el tubérculo, imponen una severa limitación a la producción de este tubérculo. En consecuencia, es necesario hacer esfuerzos para erradicar del material de propagación las enfermedades mencionadas anteriormente. Cuando se produzcan esquejes de tubérculo libres de enfermedades, se propagarán para distribuirlos más tarde a los agricultores de ñame de la región. Actualmente se han desarrollado técnicas especializadas de propagación del ñame para lograr ese objetivo en un tiempo corto.

Cultivo de Tejidos y Micropropagación del Ñame

La erradicación de los virus que afectan el ñame y la rápida propagación de material libre de enfermedades se basa en dos métodos de cultivo de tejidos, asociados con tratamientos de termoterapia.

Método de cultivo de la punta meristémica

Las puntas (de 0.2 a 0.5 mm de longitud) constan de un meristema apical y de uno o dos primordios foliares. Proviene de plantas madre cultivadas durante un máximo de 14 días a 36 ± 1 °C. La termoterapia además de disminuir la concentración del virus en las plantas, acelera la multiplicación de las células de la punta meristémica y, como resultado, los virus tienden a quedarse en la planta madre cuando se corta el ápice de

ésta. El corte se hace bajo un microscopio de disección. El meristema apical de cada punta se expone separando cuidadosamente las vainas foliares que lo recubren y removiéndolas con un bisturí.

Se recomienda utilizar las enredaderas del ñame que se encuentran en las fases vegetativas de crecimiento, es decir, aquéllas de 16 a 28 semanas de edad, como fuente de meristemas, y cortar solamente los meristemas apicales para su cultivo. Martin y Delphin (1969) han encontrado que las yemas axilares presentan una marcada variabilidad etaria según su posición relativa en la enredadera. Cuando se seleccionen las plantas madre, deben preferirse las variedades que son aceptables para el agricultor y para el mercado al cual se destinan. Aunque la diferenciación porcentual de los ápices en las plántulas es relativamente baja (19%), el método cumple con su objetivo ya que produce plántulas que, examinadas en el microscopio electrónico, han mostrado estar libres de virus.

Cuando los meristemas se derivan de plantas madre sometidas a tratamiento térmico, se ha encontrado que es mayor el porcentaje de puntas meristémicas que se diferencian hasta plántulas normales. Las plántulas producidas por este método se multiplican rápidamente por medio de la técnica de micropropagación que se describe a continuación.

Método de los segmentos nodales

Una técnica de micropropagación para las principales especies de ñame comestible del Caribe fue desarrollada en Barbados y ha sido descrita por Mantell et al. (1978). Esta técnica se emplea para propagar rápidamente las plántulas que se producen mediante el cultivo de meristemas apicales. Aproximadamente 250 días después de la excisión de las puntas meristémicas, las plántulas ramificadas producidas se cortan en segmentos nodales y cada segmento se trasfiere a un medio fresco. El proceso puede repetirse en un lapso de 30 días hasta que se obtenga el número deseado de plantas.

Técnicas de cultivo de tejidos

Esta sección contiene un resumen de los procedimientos, seguido de una descripción detallada. Las técnicas de trabajo están bien documentadas en dos boletines técnicos del CARDI (Mantell et al., 1977; Mantell y Haque, 1978).

Preparación del medio. El medio utilizado para el cultivo de tejidos del ñame (*D. alata*) es el de Murashige y Skoog (1962), con ingredientes

adicionales. El medio estándar (sales fundamentales) se encuentra en el comercio pero también puede prepararse en el laboratorio. Para un cultivo especial de meristemas, ese medio se complementa con 1.0 mg/litro de ácido naftalenacético (ANA) y 0.2 mg/litro de 6-benciladenina (BA). Si no se añaden estos reguladores del crecimiento, los meristemas se decoloran y dejan de crecer 60 días después de la excisión (Mantell et al., 1980).

Un medio sólido, obtenido por adición de agar, se ha utilizado para el cultivo de tejidos del ñame. La calidad del agar es un poco variable; por ello, en el cultivo de meristemas apicales se aconseja utilizar la calidad bacteriológica; sin embargo, para reducir los costos, la calidad comercial puede aceptarse para el cultivo de segmentos nodales a una concentración de 8 g/litro.

El uso de químicos puros, como Analar o grados similares, es deseable pero no esencial. Para la micropropagación de esquejes nodales, la calidad del azúcar blanca refinada es adecuada.

Disección de cultivos de segmentos nodales. Se ha desarrollado un sistema altamente productivo de micropropagación mediante dos operaciones: la subdivisión de plántulas multiramificadas que se producen en cultivos de meristemas apicales cada 20 ó 30 días, y el trasplante a un medio fresco de los nudos cortados para hacer una multiplicación adicional hasta obtener el número deseado de plantas. El procedimiento consta de los siguientes pasos:

- 1) Prepare un plato para esterilizar agua destilada.
- 2) Retire las plántulas que tengan un mes de edad de las botellas Universal utilizando una espátula esterilizada, y colóquelas en agua destilada estéril. (En algunos cultivos de tejidos de ñame aparece un color marrón muy intenso si se disectan en ausencia de humedad.)
- 3) Corte el rebrote de las plántulas en segmentos sencillos que contengan un nudo foliar, utilizando una aguja de disección y un escalpelo esterilizados.
- 4) Inocule un medio de cultivo fresco con los nudos disectados, utilizando una aguja de disección o una pinza, ambas esterilizadas.
- 5) Rotule las botellas de cultivo con el nombre de la variedad de ñame y con la fecha, y colóquelas bajo bancos de luz.

Condiciones de cultivo. Las condiciones que se consideran más adecuadas para el desarrollo de cultivos de tejidos de ñame son: luz del día durante 16 horas, 8 horas de oscuridad, y una temperatura diurna y

nocturna de 27 ± 2 °C. La temperatura se mantiene con un equipo de aire acondicionado al cual se acopla un termostato. La temperatura y la humedad se controlan de manera rutinaria y los resultados se registran mediante un termohigrógrafo.

Los cultivos se colocan en bancos de luz contruidos sobre marcos Dexion con estantes de madera, que cuentan con luz fluorescente (diurna tropical) y bombillas incandescentes de 40 vatios; ambas producirán, al nivel en que está la planta, una intensidad de luz de 1200 a 1400 lux.

La luz solar durante 16 horas fomenta el crecimiento vegetativo continuo, no así la producción de tubérculos, para que la multiplicación de plántulas, mediante el método de micropropagación, pueda realizarse durante todo el año.

Establecimiento de las plántulas en el suelo. Las plántulas de ñame obtenidas por medio del cultivo de tejidos se establecen en suelo contenido en potes en el invernadero, donde producirán tubérculos, los cuales, más tarde, serán evaluados en el campo. Entonces se pondrán a disposición de los cultivadores, como parte de un esquema de certificación de material genético de ñame (Figura 21.1).

Los tubos que contienen los cultivos se colocan lateralmente y las plántulas se sacan de ellos con sumo cuidado mediante una espátula. Todas las partículas del medio que se adhieran a las raíces se remueven con agua destilada y las plántulas se trasplantan a macetas plásticas negras de 8 x 8 x 13 cm que contengan una mezcla de suelo, arena y turba en una proporción de 4:2:3. Si no se encuentra turba, se utiliza cualquier complemento orgánico finamente molido. La mezcla en que se siembran las plántulas se esteriliza con calor. Las macetas se colocan en recipientes de arena situados dentro de un invernadero a prueba de insectos.

En esta etapa de su desarrollo, es importante que las plántulas no estén sometidas a ningún estrés, y que no se sequen. Una precaución que se toma —por lo menos, de 3 a 4 semanas después del trasplante— para asegurarse de que la humedad se mantiene en un alto nivel y evitar que los frágiles tejidos de las plántulas se sequen, es cubrir las macetas individuales con campanas plásticas transparentes. Vasos plásticos transparentes con orificios en la base cumplen esa función. La aplicación de un fertilizante foliar apropiado como Welgro, en preparaciones de 5 g por 250 ml de agua destilada, mejora la tasa de crecimiento de las plántulas.

Tan pronto como las plántulas han emitido tres o cuatro nuevas hojas y se ven fuertes, se les retira la campana plástica para que se desarrollen

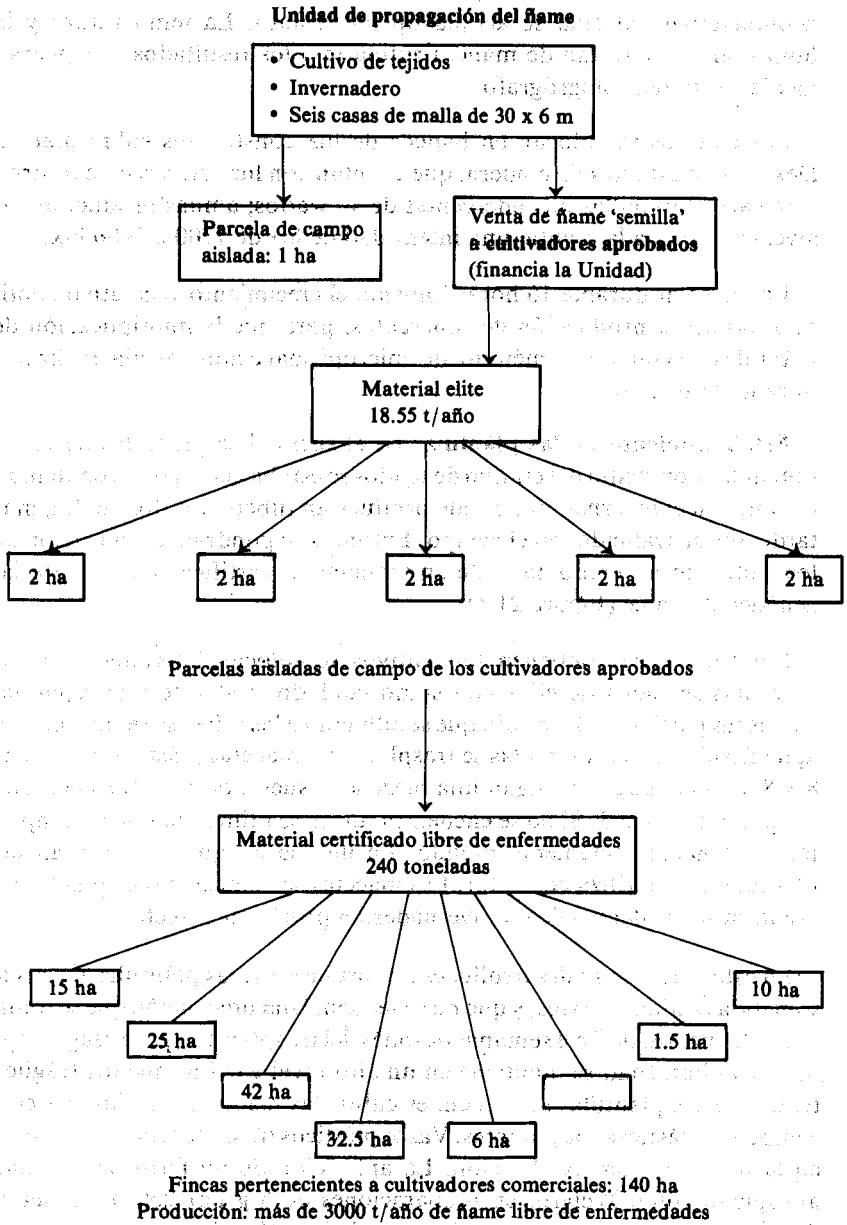


Figura 21.1. Un plan esquemático de propagación del fíame en Indias Occidentales, región del Caribe.

como plantas de tamaño normal. Las plántulas (o microplantas) permanecen en el invernadero con 16 horas de luz diurna durante un tiempo mínimo de 3 meses, antes de ser trasferidas al área de malla del campo, donde permanecerán durante parte de la estación normal de siembra del ñame.

Producción de pequeños tubérculos por microplantas sembradas en macetas. Las microplantas sembradas en macetas se trasplantan a un espacio encerrado con malla a prueba de áfidos (casa de malla), cuyo suelo ha sido previamente tratado contra los nematodos, y que estará, respecto a la siembra más cercana de ñame, a 1 km por lo menos, si ésta se halla contra el viento, y a no menos de 2 km, si se halla a favor del viento. Esta precaución reduce la posibilidad de que algunos insectos, especialmente áfidos y saltahojas, ocasionen una reinfección viral. Además, se introduce en el suelo una capa gruesa de plástico, hasta una profundidad de 1 m, alrededor de la casa de malla, para crear una barrera contra el movimiento lateral de los nematodos. Precauciones adicionales son la esterilización del área con bromuro de metilo y la aplicación de carbofuran (Furadán) en los huecos de la siembra. Los sistemas de riego por goteo se emplean para hacer más disponible el agua a las plantas jóvenes.

En la casa de malla, las plantas se hacen trepar por una espaldera para obtener rendimientos máximos de los tubérculos. Los minitubérculos producidos en la casa de malla (peso fresco promedio de 500 g) se evalúan, antes de ser liberados, en ensayos de campo y en una selección secundaria que se practica respecto a infecciones virales; la presencia de cualquier síntoma foliar obvio como moteado, aclaramiento de la nervadura, o formación de bandas en la nervadura, delataría esas infecciones.

Tasas de Multiplicación del Cultivo de Tejidos

El método de propagación en el cultivo de tejidos de ñame depende del crecimiento consistente del rebrote emitido por los segmentos nodales cortados. Se ha encontrado que, una vez establecido el cultivo de los segmentos nodales, es posible obtener aproximadamente 65,000 nuevas plántulas partiendo del cultivo de un solo segmento nodal, en un período de 6 meses. La tasa de propagación de los métodos tradicionales puede compararse con el sistema rápido (Cuadro 21.1) que parte de un solo tubérculo de 100 g.

En la Mancomunidad del Caribe, las enfermedades causadas por virus y nematodos son las principales limitantes de la producción de *D. alata* y *D.*

Cuadro 21.1. Producción de tubérculos, partiendo de un tubérculo de 100 g mediante métodos de propagación tanto tradicionales como de cultivo de tejidos, durante dos estaciones de siembra.

Epoca de siembra	Método tradicional	Por cultivo de tejidos
1	Tubérculo de 100 g ↓ Una planta madre ↓ Tubérculos de 1600 g	Tubérculo de 100 g ↓ Una planta precondicionada después de tres meses ↓ 10 cultivos nodales ↓ Micropropagación 650,000 microplantas
2	16 plantas madre ↓ 16 tubérculos x 1600 g = = 25.6 kg	617,500 plantas ^a ↓ Minitubérculos de 500 g ↓ 617,500 minitubérculos x 500 g = = 308,750 kg

a. Pérdidas del 5% en el establecimiento de las plántulas en el suelo.

rotundata. Ambos tipos de enfermedades se diseminan rápidamente porque se usa material de propagación infectado. Mediante el método del cultivo de tejidos, los patrones de los tubérculos de ñame empleados como 'semilla', que deben estar libres de virus y de nematodos, pueden producirse rápidamente partiendo de pocas plantas madre seleccionadas y libres de patógenos.

Producción de material de siembra sano para los agricultores

Se requieren relativamente grandes cantidades de tubérculos para satisfacer las necesidades de los cultivadores de ñame en cada isla del Caribe. Actualmente, pueden producirse más tubérculos en las condiciones de una casa de malla para obtener así suficiente material del tubérculo adecuado. Esta producción masiva se lleva a cabo en sitios aislados donde las plantas

no tienen la protección de la casa de malla. En esos sitios, el suelo debe estar libre de los nematodos que atacan el ñame. Pruebas rutinarias de suelos que estimen la incidencia de los nematodos permitirán determinar si un sitio es apropiado para la producción masiva de ñame libre de enfermedades.

Se harán también inspecciones frecuentes de los materiales de ñame ya propagados para detectar el desarrollo de síntomas de alguna enfermedad viral en el follaje. Si surge la sospecha de que algunas plantas están reinfestadas, deberán removerse (descontaminación) y destruirse para eliminar la fuente de infección dentro de los materiales propagados. Si se cumplen estas medidas fitosanitarias en la Mancomunidad del Caribe, unos agricultores podrán producir 'semilla' de ñame para otros dentro de un plan de propagación de material libre de enfermedades.

Proyecto de propagación del ñame en la Mancomunidad del Caribe

Las nuevas generaciones de ñame de calidad superior y libre de enfermedades suministran valiosos materiales madre. Actualmente se produce y distribuye el material de propagación del ñame en forma metódica y bajo estrecha supervisión, para evitar que se desperdicie o se extravíe.

Se ha iniciado un plan organizado de propagación siguiendo el esquema descrito en la Figura 21.1. A causa de la naturaleza altamente técnica de las etapas iniciales del esquema, es decir, la producción de cultivos de tejidos de materiales básicos probados contra patógenos y la producción masiva de minitubérculos en casas de malla, esas etapas se realizan en una unidad especial de propagación del ñame establecida en Barbados, un lugar central en la región. Esta unidad es mantenida por personal científico y técnico que utiliza la experiencia de los institutos agrícolas regionales como el CARDI. Los tubérculos producidos se conocen como material elite; más tarde, éstos se siembran nuevamente en los terrenos de los agricultores quienes, ya registrados, se denominan **cultivadores aprobados**. Los tubérculos que se producen, siempre y cuando permanezcan libres de las enfermedades descritas del ñame, se certifican como material **libre de enfermedades**, y tienen un precio superior (60%-70% más) al precio corriente del ñame en el mercado.

Los clones de ñame, según este esquema, se conservan convenientemente para retener sus características agronómicas deseables. Se espera que continúe la demanda de ñame libre de enfermedades; por tanto, las etapas de propagación cumplirán un calendario anual. Los materiales

libres de enfermedades pueden infectarse nuevamente con virus después de pasar largos períodos en el campo; en consecuencia, los agricultores requerirán periódicamente suministros frescos de material certificado libre de enfermedades. Sin embargo, todavía no se conoce la tasa de reinfección viral, bajo condiciones de campo, de los materiales de ñame libres de enfermedades. En el CARDI continúa la investigación sobre este fenómeno. Los indicios actuales sugieren que la diseminación de enfermedades moteadas es relativamente lenta; por ejemplo, los materiales de White Lisbon, libres del moteado, dieron un rendimiento mayor que los materiales de estos cultivares sembrados por los agricultores en condiciones de campo expuesto, durante las estaciones de siembra de 1976, 1977 y 1978 (Cuadro 21.2).

Cuadro 21.2. Rendimiento de tubérculos seleccionados (libres de enfermedades) y no seleccionados (enfermos) de ñame White Lisbon sembrado durante 1976, 1977 y 1978 en tres sitios de Barbados.

Sitio ^a	Año	Rendimiento ^b (tubérculos/ha)		Diferencia (%)
		Líneas sanas	Líneas enfermas	
PT	1976	20.39	14.45	29
PR	1976	26.61	17.23	35
PT	1977	24.70	14.55	41
PR	1977	26.13	17.23	34
PH	1978	21.06	14.55	29
Promedio		23.78	15.60	34

a. PT = Plantación Thicket, St. Philip; PR = Plantación Redland, St. George; PH = Plantación Hothersal, St. John.

b. Promedios de rendimiento; 9880 plantas/ha como densidad de siembra.

Mantenimiento del Ñame Libre de Enfermedades

Como se indicó anteriormente, el material genético básico de clones madre libres de enfermedades se mantiene fácilmente como cultivo de tejidos. En esta forma, las plantas no se exponen a una nueva infección y gran número de clones se mantienen en un espacio relativamente pequeño sin necesidad de hacer operaciones anuales costosas para recolectar ñame en el campo. Las ventajas adicionales de la propagación mediante el cultivo de tejidos son las siguientes: a) se puede producir un gran número de plantas en un tiempo relativamente corto para satisfacer la demanda de un plan de propagación que producirá material de siembra; b) el material de siembra,

probado contra patógenos y desarrollado en un medio artificial como un cultivo estéril, proporciona material de propagación cuya transferencia por vía aérea de un país a otro es muy económica.

Los cultivadores aprobados pueden multiplicar las líneas elite durante varias estaciones de siembra si cumplen estrictamente las medidas fitosanitarias, como la depuración y las inspecciones frecuentes, y si adoptan el esquema organizado de certificación del material genético. Los efectos de las enfermedades causadas por virus, hongos y nematodos deterioran la calidad del tubérculo del ñame. Cuando estas limitantes desaparecen, se obtiene un efecto benéfico e inmediato, tanto directo como indirecto, en la producción, el almacenamiento y el mercadeo del ñame. Las líneas de tubérculos limpios y libres de lesiones, que ya se producen con regularidad, exigen precios altos en los mercados regionales y en los de exportación. En 1984, el 80% del ñame *D. alata* producido por Barbados se probó respecto a patógenos, y del 60% al 70% del cultivo cumplía con la calidad del producto de exportación.

Los resultados de la investigación han demostrado que las enfermedades virales del ñame causan también reducciones sustanciales en los rendimientos del tubérculo del ñame. Por ejemplo, los resultados de ensayos repetidos en que se cultivaron líneas seleccionadas y libres de enfermedades de *D. alata* cv. White Lisbon, frente a líneas infectadas no seleccionadas, indicaron que los rendimientos de las primeras fueron consistentemente superiores en 29%-41% a los de las últimas (Cuadro 21.2). Por consiguiente, el material de siembra de ñame libre de enfermedades rinde beneficios inmediatos a los agricultores.

Conclusiones

En la Mancomunidad del Caribe se ha logrado establecer un plan autofinanciado de propagación del ñame. El esquema de propagación descrito en este documento (Figura 21.1) se propone como un modelo básico para los esquemas del futuro. El material de propagación libre de enfermedades proporciona beneficios tanto para el agricultor como para el consumidor. El agricultor es capaz de aumentar la producción de los tubérculos de ñame en el área actualmente dedicada al cultivo y de producir un tipo de ñame uniforme y de alta calidad, lo que resulta en mayores retornos del cultivo. A su vez, el consumidor se beneficia con estándares más altos en la calidad del tubérculo porque hay menor desperdicio y daño de los tubérculos durante el almacenamiento, la preparación y la cocción del ñame. Estos logros estimulan al consumidor a preferir el ñame y, en consecuencia,

reducen las presiones del consumo local sobre la importación de hortalizas, tubérculos, y raíces alimenticias.

Algunos beneficios adicionales recibe el sector de procesamiento del ñame, que estimulan la máxima utilización de las tierras agrícolas disponibles. La producción de ñame libre de enfermedades ofrece menos dificultades para las fábricas de 'ñame instantáneo' que la compra de materia prima adecuada para el procesamiento. Actualmente, la relación de conversión estimada, es decir, el peso total de las hojuelas de ñame (producto procesado) respecto al peso total de los tubérculos de ñame (materia prima), es aproximadamente de 1:8. Esta baja relación de conversión se debe a los altos niveles de enfermedad del tubérculo y a desperdicios en las operaciones de pelado. Una mayor consistencia en la forma y la calidad del tubérculo de ñame libre de enfermedades dará como resultado un menor desperdicio de la materia prima y, por tanto, mayores tasas de conversión. A su vez, éstas harán que la industria de procesamiento de ñame sea comercialmente más viable en los países tropicales.

Referencias

- Mantell, S. H.; Haque, S. Q. y Whitehall, A. P. 1980. Apical meristem tip culture for eradication of flexuous rod viruses in yams (*Dioscorea alata*). Tropical Pest Management 26(2):170-179.
- ; ——— y ———. 1978. Clonal multiplication of *Dioscorea alata* L. and *Dioscorea rotundata* Poir. yams by tissue culture. J. Hort. Sci. 53(2):95-98.
- y Haque, S. Q. 1978. Incidence of internal brown spot disease in White Lisbon Yams (*Dioscorea alata* L.) during storage. Exp. Agric. 14(2):167-172.
- ; Mohamed, N. A.; Haque, S. Q. y Phelps, R. H. 1977. Virus diseases of yams in the Commonwealth Caribbean. Technical report no. 3. Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), Trinidad. 46 p.
- Martin, F. W. y Delphin, H. 1969. Techniques and problems in the propagation of sapogenin-bearing yams from stem cuttings. Journal of Agriculture (University of Puerto Rico) 53:191-198.