

Producción en invernadero de semilla básica de papa libre de virus

Costos de producción y rentabilidad del sistema

Dora M^a Flores¹
Sonia Barboza²
Jaime Brenes¹

Resumen

El cultivo de la papa es afectado por enfermedades fungosas, bacterianas y virales, siendo estas últimas las que más fácil se diseminan por semilla. Las técnicas biotecnológicas como el cultivo de tejidos permiten la producción de material libre de virus, mantienen la pureza varietal, lo que asegura la calidad del producto y el incremento en el rendimiento, (CIP 1999, CIAT 1991).

En Costa Rica es indispensable que los productores incorporen tecnologías apropiadas a sus sistemas productivos, ya que el sistema tradicional no considera la producción de semilla de papa a partir de material proveniente de cultivo de tejidos. Por esta situación se debe realizar un proceso de concienciación dirigido a los productores, con el fin de

asegurar el éxito en la transferencia tecnológica y mejorar la calidad del producto e incrementar los rendimientos; condiciones indispensables para su competitividad e inserción en el proceso de globalización de los mercados.

En respuesta a la necesidad de los productores, un grupo interuniversitario de investigadores ha estado trabajando en el cultivo *in vitro* de la papa produciendo vitroplantas que corresponden a la categoría de semilla prebásica, y también en el establecimiento de las vitroplantas en invernadero con el fin de lograr la producción de semilla básica (Flores 2000, Flores y Brenes 1999, Rivera, C. *et al.* 1998).

Este artículo rescata la experiencia obtenida en la producción de semilla prebásica y básica de papa, con el propósito

¹ Profesores Investigadores, Escuela de Biología, ITCR.

² Profesora Investigadora, Departamento de Ingeniería Agropecuaria, ITCR.

de transferir los hallazgos a productores e investigadores y ofrecerlos como base para nuevas investigaciones sobre el tema.

Introducción

El uso de semilla sana es una condición importante para la producción de materiales de buena calidad e influye sustancialmente en la obtención de altos rendimientos (CIP 1999).

El cultivo de la papa, específicamente, es atacado por enfermedades virales, las cuales se diseminan fácilmente por la semilla. Por esta razón la producción de papa debe de hacerse con semilla de calidad.

El proceso de producción de semilla a partir de material proveniente de laboratorio (vitroplantas) es muy importante, ya que asegura la obtención de semilla libre de virus, con pureza varietal y con incrementos en el rendimiento y la calidad (CIP 1999).

Los principales virus informados a escala mundial en orden descendente son: el virus del enrollamiento de la hoja de la papa ("Potato leafroll" PLRV), virus Y de la papa ("Potato virus Y" PVY), virus X de la papa ("Potato virus X" PVX), virus S de la papa ("Potato virus S" PVS) y el virus M de la papa ("Potato virus M" PVM) (Barrera, C. 1997). Para Costa Rica además se incluye el virus A de la papa ("Potato virus A" PVA) (Rivera, C. *et al.* 1998).

Los agricultores nacionales actualmente se enfrentan con un proceso de globalización de los mercados, lo cual les exige trabajar con tecnologías apropiadas que les permitan mejorar su producto. Con este propósito se inició el trabajo de transferencia tecnológica con un pro-

ductor de semilla de la zona norte de Cartago. En este proceso, se hizo énfasis en la importancia de utilizar material certificado en la siembra, el manejo de las vitroplantas en el invernadero para la producción de semilla básica, y la consideración de los costos de producción y de la rentabilidad de este sistema.

Los aspectos claves para lograr el éxito en la producción de semilla básica de papa utilizando material producido en laboratorio son:

1. El compromiso del productor y su interés por ejecutar las recomendaciones técnicas, que aseguren una transferencia tecnológica exitosa.
2. La disponibilidad de una infraestructura apropiada con diferentes áreas para la producción.
3. El manejo adecuado de las vitroplantas en el invernadero.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la zona norte de Cartago en una finca ubicada en San Juan de Chicué, provincia de Cartago.

Infraestructura

Características generales del invernadero

La construcción del invernadero debe presentar una base de cemento de aproximadamente 1,25 m de alto; el resto de la pared que es de aproximadamente 1,50 m de alto debe estar forrada con sarán anti-insectos, el cual impide la entrada de plagas, principalmente áfidos que infecten las vitroplantas.

El techo debe ser de lámina plástica transparente con el fin de permitir el mayor paso de luz, condición indispensable en la zona norte de Cartago, donde las horas luz son limitadas.

Áreas del invernadero

Área preventiva

A la entrada del invernadero debe construirse un precuarto con una pileta, a la que se le agrega una solución desinfectante que les permita a las personas que ingresan desinfectar sus zapatos antes de pasar al área de siembra. Este precuarto también sirve como trampa para cualquier plaga que entre en el momento de abrir la puerta, lo que evita posibles contaminaciones del material vegetal.

Es recomendable no ingresar en el invernadero después de haber realizado labores en el campo, de ser necesario debe usarse una gabacha con el fin de evitar el transporte de agentes contaminantes.

Área de siembra

En esta área se debe disponer de mesas y pilas de lavado. El piso debe estar cubierto con piedra cuarta para evitar el crecimiento de malezas que posteriormente sirvan de hospederas a plagas y enfermedades.

Área de preparación del sustrato

Esta sección debe poseer una puerta principal por donde se introducen los materiales para preparar y desinfectar el sustrato y otra puerta por donde se entra en el área de siembra. También debe haber dos piletas de desinfección cuyos propósitos son: una para la desinfección de los zapatos de las personas que desean ingresar en el área y otra para desinfectar el sustrato que es utilizado en el llenado de macetas.

Etapas del manejo del invernadero

El trabajo en el invernadero consiste de cuatro etapas: preparación de la tierra,

aclimatación de las vitropiantas, prácticas de manejo y cosecha.

Preparación de la tierra

La tierra debe ser muy suelta y de buena calidad con el fin de que el proceso de tuberización no sea afectado por compactación. Se debe colocar en la pileta de desinfección en capas de la siguiente manera: primero se coloca una capa de tierra cubriendo toda la pileta; esta capa debe tener un grosor cercano a 30 cm. Posteriormente, se cubre con una capa delgada de desinfectante de suelo (por ejemplo Basamid) y se riega con agua. Nuevamente, se vuelve a colocar otra capa de tierra, cubriendo completamente la anterior y se repite el procedimiento.

Es importante tener en cuenta que la capa que va cubriendo la anterior debe ser colocada rápidamente, pues una vez agregada el agua, el desinfectante de suelo libera gases tóxicos. Esta operación se repite el número de veces que permita la capacidad de la pileta.

Transcurridos 22 días puede iniciarse el llenado de las macetas, que deben ser de plástico, con capacidad para 2 kg de tierra aproximadamente.

Aclimatación de las vitropiantas

Las vitropiantas deben presentar al menos cuatro nudos y un sistema radical significativo con el fin de que soporten esta etapa. Las vitropiantas producidas en el laboratorio y trasladadas al invernadero deben estar certificadas como libres de virus; para esto se les realiza la prueba inmunológica llamada Elisa. Los virus PVX, PVY, PLRV, PVA, PVS, y PVM son los que más afectan la papa, provocando disminuciones en el rendimiento y la calidad de la semilla.

Una vez trasladados los frascos al invernadero se les elimina el sello de plástico y se colocan durante ocho días debajo de un techo de sarán con un 60 % de paso de luz, con el fin de que este proceso sea gradual y así asegurar la supervivencia del material.

A los ocho días se sacan las vitroplantas de los frascos, se lavan las raíces de cada planta y se siembra una por maceta y nuevamente se colocan debajo de un techo de sarán con un 60 % de paso de luz durante ocho días más.

El riego es muy importante en los primeros 22 días. Este debe ser nebulizado y se debe aplicar cada vez que el material lo requiera (dependiendo de las condiciones ambientales externas).

Una vez transcurridos los ocho días se les elimina el sarán y se les deja a exposición total de la luz.

Prácticas de manejo

Las principales prácticas de manejo que se deben seguir durante el ciclo de desarrollo de las plantas hasta su cosecha son:

- A los 22 días de sembradas las plántulas, debe realizarse una fertilización foliar leve, con el fin de ir fortaleciéndolas. Se recomienda aplicar aminoácidos (Aminofol por su nombre comercial).
- Al mes y medio se debe aplicar la primera fertilización utilizando la fórmula $12\text{ N} - 30\text{ P} - 8\text{ K} - 5\text{ MgO} - 15\text{ SO}_4 - 1,5\text{ B}_2\text{O}_3$, que es tradicionalmente aplicada en el cultivo de la papa. Esta fertilización debe realizarse utilizando 2 g de abono (puño de dedo) aplicado en forma de media luna alejado del sistema radical y luego tapar con tierra
- A los dos meses y medio se debe realizar una segunda abonada aplicando la fórmula $15\text{ N} - 2\text{ P} - 22\text{ K} - 6\text{ MgO} - 22\text{ SO}_4 - 2\text{ B}_2\text{O}_3$, que es utilizada en el proceso de tuberización de la papa. A cada maceta debe agregársele al menos 10 g y aplicarse como se indicó ante-

riormente, y de nuevo se tapa con tierra.

- Finalmente debe controlarse el riego en forma debida, con el fin de no saturar de humedad la tierra y así evitar la quema de los tubérculos.

Una vez que crecen las plantas es importante separar las macetas con el fin de proveerles mayor aireación y evitar microclimas favorables para el desarrollo de alguna enfermedad.

Cosecha

Cuando las plantas se marchitan completamente (cuatro a seis meses y medio, dependiendo de la variedad), se procede a cosechar los minitubérculos, los cuales corresponden a la segunda categoría de semilla de papa.

Resultados y discusión

Se evaluaron 231 vitroplantas, siguiendo las prácticas de manejo anteriormente descritas y contando con la infraestructura requerida.

Los resultados obtenidos fueron:

- Número total de tubérculos obtenidos: 2.117
- Promedio de minitubérculos/planta: 9,16

Tamaño de los tubérculos

Tubérculo grande:	46,57%
Tubérculo mediano:	23,99%
Tubérculo pequeño:	29,42%

Se debe mencionar que cualquiera de los tamaños que se obtuvo a la hora de la cosecha soporta la siembra directa en campo; sin embargo, se recomienda al agricultor sembrar nuevamente en el invernadero los tubérculos más pequeños, con el fin de mantener mayor tiempo la pureza fitosanitaria del material. El resto de la semilla se debe llevar al campo con el fin de incrementarlo con tres ciclos de siembra hasta obtener la categoría de semilla certificada.

Inversión y costo de producción de semilla básica

Inversión

El productor construyó un invernadero de 200 m² con capacidad para 2 500 plántulas de papa, invirtiendo \$101 44.41 más \$1.291.50 en equipo básico.

El detalle de los materiales, así como la mano de obra utilizada para esta construcción, se observa en el Cuadro 1.

Producción y costos

Es importante resaltar que la investigación se llevó a cabo con la variedad Birris ya que existen variaciones entre variedades.

Cuadro 1			
Inversión en invernadero (en \$)			
Capacidad 2 500 plántulas			
Concepto	Cantidad	Precio unitario (\$)	Costo total (\$)
Construcción del invernadero			
Block 5 hiladas de 20x40	750,00	0,34	255,00
Perlín galvanizado de 6 m c/u	200,00	9,44	1.888,00
Malla antiáfidos de 1,5 m de ancho	90,00	5,24	471,60
Malla lutracil-rollo	1,00	55,79	55,79
Láminas plásticas	140,00	4,29	600,60
Cemento-sacos	12,00	4,29	51,48
Arena-m	6,00	18,00	108,00
Piedra-m	6,00	18,03	108,18
Varilla de 3/8	15,00	1,50	22,50
Piedra cuarta-camión	1,00	107,30	107,30
Madera para 5 camas-cuadro 2x4 y formaleta de 18x32			859,44
Pila de acero inoxidable	1,00	51,50	51,50
Tubería de 1/2" y 6 m (total en m)	18,00	3,97	71,46
Material para puertas incluye M.O.			171,67
Electricidad (con M.O.)			171,67
Mano de obra			5.150,21
Total construcción invernadero			10.144,41
Equipo y materiales varios			
Macetas	2.600,00	0,43	1.118,00
Sarán	12,00	4,72	56,64
Bomba de espalda	1,00	64,35	64,35
Pala	1,00	10,73	10,73
Manguera de presión- m	1,00	6,44	6,44
Carretillo	1,00	35,34	35,34
Total equipo y materiales varios			1.291,50
INVERSIÓN TOTAL			11.435,91

Cuadro 2
Costo de producción de semilla básica en invernadero (en \$)

Concepto	Cantidad	Costo/u	Total
Plántulas	250	0.32	80.00
Tierra-camiones		6.44	6.44
Granza de arroz-quintales	1.5	1.72	2.58
Basmid-desinfectante (kg)	0.6	12.88	7.73
Mano de obra para desinfección (hrs)	1.6	1.07	1.71
Llenado de macetas y acomodo (hrs)	4.8	1.07	5.14
Colocación de sarán (hrs)	0.8	1.07	0.86
Siembra: traslado y prep. mat. <i>in vitro</i> (hrs)	0.8	1.07	0.86
Siembra en macetas	7.2	1.07	7.70
Mantenimiento del cultivo-meses	0.4	128.75	51.50
Benlate-g	1.5	0.034	0.05
Aminoácidos-cc	1.5	0.034	0.05
Agrimicín-g	1.5	0.03	0.05
Vitavax-g	1.5	0.022	0.03
Fertilizante: 10-30-10 quintal	0.05	15.02	0.75
Fertilizante: 18-5-15 quintal	0.05	12.88	0.64
Cosecha de 2 500 tubérculos-hrs	7.2	1.07	7.70
Acomodo para el brote-hrs	0.8	1.07	0.86
TOTAL			174.65
Costo por tubérculo obtenido			\$0.070

Con base en el desarrollo de este paquete tecnológico, se realizó el estudio de costos (Cuadro 2).

El costo de un minitubérculo de semilla básica fue de aproximadamente \$0.070, el cual se considera bajo en relación con el precio reportado en el mercado.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados obtenidos representan una experiencia exitosa de transferencia tecnológica, ya que se logró convencer al agricultor de la importancia de incorporar las técnicas al sistema de producción con el fin de mejorar la productividad y calidad.

La posible reducción en los costos de producción de semilla básica puede ser

considerable y tener una importante incidencia en la competitividad y la rentabilidad de la papa comercial; por esto, es necesario ampliar la investigación sobre este tema, e incluir a mayor cantidad de productores.

Se debe desarrollar y optimizar un paquete tecnológico para el manejo del material en invernadero que pueda homogeneizar las técnicas aplicadas por los agricultores.

Agradecimiento

Se agradece al CONICIT el apoyo económico que ha dado a las investigaciones realizadas en producción de semilla de papa.

Bibliografía

Barrera, C. 1997. Características generales de los virus y la importancia de las enfermedades que causan. En: Producción de Tubérculos-Semillas de Papa. O. Hidalgo (ed.): Centro Internacional de la Papa. (Manual de Capacitación. Lima- Perú. Fascículo 3.1 8 pp.

Centro de Internacional de Agricultura Tropical, 1991. Cultivo de Tejidos en la Agricultura: Fundamentos y aplicaciones. Roca, W. M. Mroginski, L. A. (eds). Cali, Colombia, 970 p.

Flores, D. 2000. Incorporación de las técnicas biotecnológicas en el sistema productivo de *Solanum tuberosum* (papa). Congreso "Perspectivas y Limitaciones de la Biotecnología en Países en Desarrollo". Libro de Resúmenes, Universidad de Costa Rica, Costa Rica; 199 pp.

Flores, D. 2000. Incorporación de las técnicas biotecnológicas en la producción de semilla de *Solanum tuberosum* (papa). Congreso Iberoamericano sobre Investigación y Desarrollo en Patata, Patata 2000. Libro de Resúmenes, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Vitoria, España, s.p.

Flores, D. y Brenes, J. 1999. Producción en invernadero de semilla de papa a partir de vitroplantas. Serie Informativa de Tecnología Apropriada, N° 26, Centro de Información Tecnológica , Cartago Costa Rica, 20 pp.

Rivera, C, *et al.* 1998. Producción de semilla de papa de calidad. Informe Final. UCR, UNA, ITCR y CONICIT.