
ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA LA PRODUCCION DE MINITUBERCULO SEMILLA DE PAPA *Solanum tuberosum*

HAROLD ANTONIO ESPARZA MOSQUERA *

JAIRO MUÑOZ HOYOS **

LUIS ALFREDO MOLINA V. **

RESUMEN

El estudio analizó el aspecto técnico-económico para la producción de tubérculo semilla de papa G_3 (segunda generación en el campo). La técnica para la obtención del minitubérculo hace necesario disponer de un laboratorio de cultivo de tejidos y de un invernadero. Se consideró aspectos como: tamaño del proyecto, localización, ingeniería, organización, costos e inversiones y evaluación económica del mismo.

El trabajo concluyó que anualmente en un laboratorio de 100 m² se produciría 69.120 plántulas y 1.860 placas de microtitulación y en un invernadero de 500 m² se obtendría 267.840 minitubérculos al año. A partir del cuarto año de vida del proyecto se producirá semestralmente 501 toneladas de tubérculo semilla de papa segunda generación (G_3).

El proyecto requerirá una inversión inicial de \$54'286.663. El costo del minitubérculo a partir del segundo año será de \$69, el precio del tubérculo semilla de papa G_3 será de \$172.000 la tonelada. La tasa interna de retorno (TIR) es del 41,6%.

* Ingeniero Agrónomo.

** Profesores Asociados, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

INTRODUCCION

En 1991, la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria menciona que el 65% del total de los agricultores del departamento de Nariño se dedican al cultivo de la papa, representando aproximadamente a 21.000 productores. Estableció que se siembran en promedio 11.861 hectáreas por semestre, con un rendimiento de 17,2 t/ha. Participando en el volumen de la producción nacional con el 15%.

Los objetivos de un programa de producción de tubérculo semilla de papa son proveer material de buena calidad, su distribución en el lugar y tiempo oportuno y en la cantidad suficiente a los productores. El Centro Internacional de la Papa (1985) establece que los principales problemas de producción de semilla de papa son el bajo índice de multiplicación y su rápido degeneramiento en el campo, para lo cual realiza estudios científicos y tecnológicos para incrementar estos índices por procedimientos de propagación vegetativa, y eliminación de patógenos no sistémicos y nemátodos.

El objetivo del estudio fue analizar los aspectos técnicos y económicos para la producción de tubérculo semilla de papa G₃ (segunda generación en el campo).

REVISION DE LITERATURA

La producción de semilla de papa que tiene lugar actualmente en la región andina, se basa en innovaciones tecnológicas introducidas en los programas nacionales por intermedio del Centro Internacional de la Papa y es así como en Argentina, Brasil y Chile funcionan programas de producción de tubérculos semilla de papa bajo esquemas formales e informales, mientras que Uruguay y Paraguay sólo han conducido programas pilotos, lo cual demuestra que los han llevado al autoabastecimiento o a una reducción significativa de sus importaciones de tubérculo

semilla de papa del hemisferio norte (CIP, 1989).

En 1991, el Ministerio de Agricultura indica que Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño son los principales departamentos productores de papa en Colombia, con un rendimiento promedio de 15,5 t/ha y en el cual participan 90.000 productores. Además el ICA (1991) señala que la papa en Colombia tiene gran importancia económica por su contribución al producto agrícola, su consumo y la generación de empleo que supera los 20 millones de jornales al año.

El departamento de Nariño se caracteriza por ser uno de los de menor desarrollo relativo del país, cimentándose su agricultura en el sistema de explotación tradicional y de bajos rendimientos (ICA, 1989).

Lujan (1980) menciona que el primer plan de certificación de semilla de papa en Colombia fue diseñado en 1949 por K. H. Fernow. Desde esa fecha hasta 1972 se hicieron tres intentos de producción de semilla por entidades oficiales pero sin obtener los resultados esperados debido a dificultades presupuestales, pérdida gradual de la sanidad, altos costos de manejo, inseguridad en las ventas del producto, escaso conocimiento sobre las técnicas de producción, falta de organización de los productores.

Roman y Monares (1979) sostienen que el esquema tradicional de producción de semilla se inició en 1973 con la introducción de cultivo de meristemos, técnica que reforzó el CIP con un proyecto cooperativo en 1978, con la construcción de una bodega de almacenamiento en el Centro de Investigaciones San Jorge, (Cundinamarca) del ICA. Mediante este proyecto, los tubérculos sanos de variedades colombianas procedentes del ICA o del CIP, se utilizan como fuente de plantas madres para la producción de esquejes en el invernadero, la obtención de tubérculos y su posterior multiplicación en el campo, tratando de mantener la sanidad del material por el sistema de selección clonal.

Tobar *et al* (1985) sostienen que la papa como cultivo de propagación vegetativa es propensa a la infección acumulativa por bacterias, virus, hongos y viroides, que pueden tener un efecto dramático sobre el rendimiento y calidad del cultivo. Las técnicas *In vitro* tales como el cultivo de meristemos, permiten la erradicación de estas enfermedades (Schilde y Schmiediche, 1984). Las plantas obtenidas por cultivo de meristemos constituyen el núcleo de un programa de multiplicación de semilla.

Para la producción de tubérculo semilla de papa en Colombia, se debe cumplir con los requisitos específicos mínimos para la certificación de semilla de papa, emanados del Ministerio de Agricultura según resolución No. 040 de 1981 (20 de enero de 1981).

MATERIALES Y METODOS

Para la localización del proyecto se tuvo como referencia la zona de mayor producción de papa en el departamento de Nariño, se escogió un sitio estratégico y que cuenta con la infraestructura de servicios adecuados y condiciones óptimas climatológicas. El tamaño del laboratorio e invernadero se hizo con base en una meta de producción anual, cifra basada en la capacidad física de éstos.

El análisis de la demanda de semilla de papa para el departamento de Nariño se efectuó multiplicando el área promedio que se ha venido sembrando de papa en los últimos cinco años por la densidad de siembra. Y para la oferta, se sacó con base en la producción de tubérculo semilla de papa G₃.

Con el método de producción que se empleó se consideró necesario disponer de un laboratorio de cultivos de tejidos vegetales y un invernadero. Para tal efecto se diseñó el plano arquitectónico de éstos.

Para el estudio técnico se describió el método, técnica y tiempo

empleado para obtener plántulas *In vitro*, minitubérculos, y dos siembras consecutivas en el campo, además, de las pruebas de serología (Elisa). Los datos se basaron en informaciones suministradas por el CIP y el ICA.

Para calcular la inversión en terreno y de las construcciones se tuvo en cuenta el costo por m², el valor de los equipos, reactivos e insumos se calculó con base a cotizaciones de los distribuidores de los mismos, para el año 1991.

Para la evaluación económica del proyecto se consideró un horizonte de 10 años y se emplearon índices de valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para el cálculo de la demanda en el departamento de Nariño se tuvo en cuenta de que no existen series históricas sobre el consumo de semilla de papa, razón por la cual se hizo necesario calcular la cantidad potencial de semilla que requiere el departamento, dando como resultado que es de 76.000 t/año.

En cuanto a la oferta, el proyecto estaría en la capacidad de producir 501 t/semestre de tubérculo semilla de papa G₃, abasteciendo así al 1,78% de la demanda potencial de semilla para el departamento.

El laboratorio de 100 m² estaría en la capacidad física de producir anualmente 69.120 plántulas *in vitro* y la realización de 1.860 placas de microtitulación (Elisa). Además comprendería la construcción de un invernadero (500 m²) constando éste de dos áreas, una para la siembra de microtubérculo y de plántulas *in vitro* y otra área de almacenamiento para los microtubérculos.

El proyecto se ubicaría en el municipio de Ipiales por su posición estratégica, ya que posee la infraestructura de servicios adecuados y las condiciones climatológicas óptimas.

La ingeniería del proyecto considera el área disponible para el laboratorio e invernadero a la vez que la distribución de sus diferentes dependencias de una manera útil y cómoda para el proceso de transformación de microtubérculo a minitubérculo.

Como se observa en la Figura 1, el esquema de producción de tubérculo semilla de papa comienza con la importación del microtubérculo para ser sembrado en el invernadero y obtener plantas madres, a las cuales se le cortan sus yemas para ser llevadas al laboratorio en donde se obtendrán los meristemas que son sembrados en un medio de cultivo contenido en tubos de ensayo, el cual se llevará a la sala de incubación en donde al cabo de 30 a 40 días se obtendrán las plántulas *in vitro*, las cuales son transferidas al invernadero para su siembra.

A los 60 a 90 días los minitubérculos estarán listos y se procederá a su almacenamiento en el cuarto frío. Luego de romper el período de dormancia se sembrarán en el campo para obtener a los 150 a 180 días tubérculo semilla de papa G_1 . Este material es almacenado y a los 2,5 a 3 meses su período de dormancia se rompe y es cuando se siembra en el campo para obtener tubérculo semilla (G_3).

Durante todo este proceso se harán controles de calidad por sintomatología y pruebas de serología (Elisa).

Para la puesta en marcha del proyecto se requiere una inversión inicial representada en costos fijos y diferidos de \$54'281.663, la cual se detalla en la Tabla 1.

Como se indica en la Tabla 2, el costo de producción por minitubérculo para el primer año es de \$267, y a partir del segundo año de \$69 (el precio se reduce debido a que la producción de minitubérculo es de 267.840).

La evaluación económica para la producción de G_3 esta representado como se observa en la Tabla 3 por egresos por

concepto de costos anuales de producción de los minitubérculos, costos de producción por hectárea y pruebas de serología para G_1 y G_2 . Los ingresos están representados por la venta del tubérculo semilla de papa G_3 .

De acuerdo a esta tabla se deduce que el proyecto presenta ingresos netos negativos para los dos primeros años debido a que no hay producción de G_3 . Pero, a partir del tercer año los ingresos netos son positivos ya que estarían listas las primeras toneladas de G_3 (se consideró un precio de venta de \$172.000 t/ G_3).

Al evaluar el proyecto empleando una tasa de interés de oportunidad del 33% anual, se encontró como se observa en la Tabla 4 que el valor presente neto (VPN) del proyecto es de \$18'466.112.

Además, en la Tabla se muestra que el proyecto es conveniente desde el punto de vista económico ya que, genera una tasa interna de retorno (TIR) del 41,6%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el laboratorio (100 m²) se producen 69.120 plántulas *in vitro*, se realizan 1860 placas de microtitulación, y en el invernadero (500 m²), se obtendrán 267.840 minitubérculos semilla de papa, por año.

El proyecto tendrá la capacidad física de producir semestralmente 501 t/ G_3 (segunda generación en el campo) que cubrirá aproximadamente al 1,78% de la demanda potencial de tubérculo semilla de papa del departamento de Nariño.

Para la puesta en marcha del proyecto se requiere una inversión inicial de \$54'286.663, la tasa interna de retorno (TIR) fue del 41,6%

El costo de producción por minitubérculo para el primer año asciende a \$267 y a partir del segundo disminuye a \$69, debido a que la producción de estos aumenta. En cuanto al precio del tubérculo semilla de papa G₃ será de \$172.000 la tonelada.

BIBLIOGRAFIA

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Requisitos específicos mínimos para la certificación de semilla de papa. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, 1981. 6 p.

_____. Estadística del cultivo de la papa 1990 - 1991. Bogotá, Colombia, FEDEPAPA. Boletín Informativo No. 133. 1991. p. 2.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Curso corto sobre el cultivo de la papa en el departamento de nariño. Ipiales, Colombia, ICA, 1989. pp. 6-8.

_____. VII Curso de actualización sobre el cultivo de la papa. Pasto, Colombia, Colombia, FEDEPAPA, 1991, 250 p.

LUJAN, L. Intentos de producción de semilla de papa en Colombia. Agricultura Tropical (Colombia) 5:17 - 32. 1980.

PERU. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. Avances en la producción de tubérculo semilla de papa en los países del cono sur. Lima, Perú, CIP, 1989. 250 p.

_____. Detección con Elisa de virus de papa. Lima, Perú, CIP. Boletín Informativo no. 15. 1985. 15 p.

ROMA y MONARES. Como multiplica el ICA la semilla de papa libre de virus. Tibaitatá, Colombia, ICA, 1979. v. 13. 4 p.

SCHIDER, R. L. y SCHMIEDICHE, P. E. El cultivo de tejidos; su pasado, presente y futuro. Lima, Perú, CIP. Circular del CIP no. 1. 1985. v.2. pp. 1 - 6.

TOBAR, P. et al. Inducción y utilización de tubérculos In vitro de papa. Lima, Perú, CIP. Circular del CIP no. 4. 1985. v. 13. 5 p.

UNIDAD REGIONAL DE PLANIFICACIONES AGROPECUARIAS. Plan de desarrollo de Ipiales y la Exprovincia de Obando, 1985 - 1990. Pasto, Colombia, URPA, 1990. Tomos, 1 - 12.

_____. Consenso "URPA papa - semestre - 91 - b. Pasto, Colombia, URPA, 1991. 2 p.

Tabla 1. INVERSION INICIAL DE PROYECTO

DESCRIPCION	VALOR (\$)
a. Inversión fija	
1. Inversión fija	
. Terrenos (Media hectárea)	1'500.000
. Construcciones	21'515.010
. Equipos	16'000.000
. Vidriería	10'588.784
. Muebles y equipos de oficina	462.908
. Equipo de mantenimiento	122.417
SUB TOTAL	50'189.173
2. Inversión diferida	
. Gastos de organización de la entidad	300.000
. Montaje e instalación	480.000
. Gastos de iniciación de la entidad	171.660
. Imprevistos (5%)	3'140.830
SUB TOTAL	4'092.490
TOTAL DE INVERSIONES	\$54'281.663

TABLA 2. COSTOS ANUALES DE PRODUCCION DE MINITUBERCULO G₁

EGRESOS	Primer año	Segundo año	3er al 10mo año
COSTOS FIJOS			
Depreciaciones	2'505.169	2'505.169	2'505.169
Costos de seguro	375.150	375.150	375.150
Mantenimiento y repuestos	910.300	910.300	910.300
Gastos diferidos	190.255	190.255	190.255
SUB TOTAL	3'980.874	3'980.874	3'980.874
COSTOS VARIABLES			
Reactivos	1'566.724	2'088.965	2'088.965
Costos de mano de obra	-11'760.000	11'760.000	11'760.000
Servicios	570.000	570.000	570.000
SUB TOTAL	13'896.724	14'418.965	14'418.965
TOTAL	17'877.598	18'399.839	18'399.839
Producción de mini-tubérculo G ₁	66.960	267.840	267.840
Costos de producción de un minitubérculo (\$)	267	69	69

TABLA 3. CONSOLIDADO DE INVERSIONES, COSTOS DE PRODUCCION E INGRESOS PARA PRODUCIR TUBERCULO SEMILLA DE PAPA G₃

ACTIVIDAD	1er año	2do año	3er año 4 al 10mo año
Inversión total	54'281.663		
Costos anuales de prod. de minitub.	17'877.598	18'399.839	18'399.839
Costos de producción/ha (\$1'300.000)		19'890.000 (15,3 ha)	66'300.000 (51 ha)
Pruebas de serología G ₁ (\$641.277/ha)		2'500.980 (3,9 ha)	3'334.640 (5,2 ha)
Pruebas de serología G ₂ (\$641.277/ha)		2'500.980 (3,9 ha)	3'334.640 (5,2 ha)
Pruebas de serología G ₃ (\$27.144/ha)		309.442 (11,4 ha)	1'237.766 (45,6 ha)
Total egresos	54'281.663	41'100.261	89'272.245
Producción G ₃			751 t/G ₃
Total de ingresos por venta de G ₃ (\$172.000 t/G ₃)			129'172.000
INGRESOS NETOS (\$)	-54'281.663	-41'100.261	39'899.755

TABLA 4 VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

AÑOS	FLUJO DE FONDOS	FACTOR DE AC-TUALIZACION	VPN (0.33)	FACTOR DE AC-TUALIZACION	VPN (0.60)
0	-54'281.663	1	-54'281.663	1	-54'281.663
1	-17'877.598	0,752	-13'441.803	0,625	-11'173.499
2	-41'100.261	0,565	-23'234.926	0,391	-16'054.789
3	39'899.755	0,425	16'959.588	0,244	9'741.151
4	83'071.755	0,320	26'548.918	0,153	12'675.744
5	83'071.755	0,240	19'961.592	0,095	7'922.340
6	83'071.755	0,181	15'008.716	0,060	4'951.462
7	83'071.755	0,136	11'284.749	0,037	3'094.664
8	83'071.755	0,102	8'484.374	0,023	1'934.165
9	83'071.755	0,077	6'379.529	0,015	1'208.853
10	83'071.755	0,058	4'796.639	0,009	755.533
TOTAL			\$18'466.112		\$-39'226.039

$$TIR = \frac{18'466.112 (0.60) + 39'226.039 (0.33)}{18'466.112 + 39'226.039} = 41,6 \%$$