



Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos – Root to Food

Producto 11: Puesta en marcha de los laboratorios piloto de bajo costo para la producción de semilla de papa nativa- Bolivia

Esther L. Rojas Vargas, Jorge A. Rojas Beltrán, Pablo E. Paco C.

2024



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Esther L. Rojas Vargas, Jorge A. Rojas Beltrán, Pablo Paco Cabrera

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Abstract	5
Resumen EJECUTIVO	7
Palabras Clave:	7
Introducción	8
Información de Relevancia con una discusión técnica.....	¡Error! Marcador no definido.
Objetivos	9
Resultados	17
Discusión.....	22
Conclusiones y recomendaciones.....	22
Referencias Bibliográficas	24
Anexo 1	25
Instituciones participantes.....	26



INDICE CUADROS

Cuadro 1 Equipamiento del CByN.....	17
Cuadro 2 Materiales para el armado de la cámara de crecimiento adquirido con el proyecto FONTAGROCuadro	18
Cuadro 3 Materiales del CByN	18
Cuadro 4 Materiales adquiridos con el proyecto FONTAGRO	18
Cuadro 5 Reactivos CByN-UMSS	19
Cuadro 6 Reactivos adquiridos con el proyecto FONTAGRO	19
Cuadro 7 Cuadro resumen total de costos	19
Cuadro 8 Protocolo de introducción de brotes de papa	20
Cuadro 9 Protocolo para la preparación de 1 litro de medio de cultivo	20

INDICE DE FOTOS

Foto 1 Sala de crecimiento	11	
Foto 2 Cámara de flujo laminar	11	
Foto 3 Autoclave	12	
Foto 4 Cámara de conservación a 4°C	Foto 5 Cámara de conservación a 4°C	13
Foto 6 Tubos meristemas introducidos	Foto 7 Tubos con meristemas extraídos (sin virus)	14
Foto 8 Magentas de plástico	Foto 9 Magentas de vidrio	15
Foto 10 Frascos con tapa azul	Foto 11 Erlenmeyer, vasos de precipitados.....	16



ABSTRACT

Tubérculos andinos como la papa (*Solanum tuberosum*) y el cubio (*Tropaeolum tuberosum*) son esenciales para la seguridad alimentaria del agricultor andino, quienes cultivan y mantienen la diversidad de estos tubérculos en sus parcelas, bajo esquemas de agricultura familiar. Sin embargo, los rendimientos, particularmente de las variedades tradicionales, son bajos. Una de las causas fundamentales de los bajos rendimientos y la mala calidad del producto obtenido, es la mala calidad de la semilla empleada. En efecto, los pequeños agricultores andinos tienen cada vez más dificultades para conseguir semillas de calidad, principalmente de variedades tradicionales.

Además, estos materiales de siembra de mala calidad deben enfrentar otras presiones ambientales y que son consecuencia de prácticas de manejo de monocultivo, con uso excesivo de agroquímicos, agotamiento y pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de diversidad en las variedades sembradas, bajos controles de plagas y enfermedades por el desconocimiento de las mismas. Todo lo anterior viéndose agravado por los efectos del cambio climático global.

El proyecto “Mejora en el rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos - Root to Food” tiene como finalidad fortalecer la economía de unidades de producción agrícola familiar de Bolivia y Colombia productoras de papas nativas y tubérculos andinos, a través del desarrollo participativo de paquetes tecnológicos y encadenamientos productivos que impacten en la conservación, valorización, mejora del rendimiento y sostenibilidad ambiental de los cultivos.

El proyecto cuenta con tres componentes: 1) fortalecimiento del tejido social, organizacional y empresarial de familias productoras de papa nativa y tubérculos andinos; 2) conservación y obtención sostenible de semilla de buena calidad de papa y tubérculos andinos para la agricultura familiar; 3) innovación agroecológica para el manejo integrado de plagas de papa y tubérculos andinos en unidades de producción agrícolas familiares. Dentro de cada uno de estos componentes se realizan acciones conjuntas entre los participantes, bajo el esquema de Innovación Rural Participativa (IRP), con el fin de contribuir a mejorar la calidad de la semilla, los rendimientos en la producción, la sostenibilidad ambiental y social, de manera que redunden en la seguridad alimentaria de las comunidades.

En este proyecto participan la Pontificia Universidad Javeriana – sede Bogotá de Colombia (organismo ejecutor), la Corporación PBA de Colombia y la Universidad Mayor de San Simón de Bolivia (organismos co-ejecutores). Asociaciones de pequeños productores de papa en Colombia y el municipio de Sacaba en Bolivia en donde se encuentran los agricultores quienes son beneficiarios directos del proyecto.



Andean tubers such as potato (*Solanum tuberosum*) and mashua (*Tropaeolum tuberosum*) are essential for the food security of the Andean farmers, who cultivate and maintain the diversity of these tubers in their plots, under family farming schemes. However, yields, particularly of traditional varieties, are low. One of the root causes of the low yields and inadequate quality of the product obtained is the poor quality of the seed used. Indeed, small Andean farmers are finding it increasingly difficult to obtain quality seeds, from traditional varieties.

In addition, these poor-quality planting materials must face other environmental pressures and are a consequence of monoculture management practices, with excessive use of agrochemicals, exhaustion and loss of soil fertility, loss of diversity in the varieties sown, low pest and disease controls due to lack of knowledge of them. All of this is compounded by the effects of global climate change.

The project "Improvement in the yield of potato and other Andean tubers - Root to Food" aims to strengthen the economy of family agricultural production units of Bolivia and Colombia producing native potatoes and Andean tubers, through the participatory development of technological packages and productive linkages that impact the conservation, valorization, improvement of yield and environmental sustainability of crops.

The project has three components: 1) strengthening the social, organizational, and business fabric of families producing native potatoes and Andean tubers; 2) conservation and sustainable production of good quality potato seed and Andean tubers for family farming; 3) agroecological innovation for the integrated management of potato pests and Andean tubers in family agricultural production units. Within each of these components joint actions are carried out among the participants, under the Participatory Rural Innovation (IRP) scheme, in order to contribute to improve seed quality, yields in production, environmental and social sustainability, so as to ensure food security for communities.

The Pontificia Universidad Javeriana - Bogota Colombia (executing agency), the PBA Corporation of Colombia and the Universidad Mayor de San Simón of Bolivia (co-executing organizations) participate in this project. Associations of small potato producers in Colombia and producers of the municipality of Sacaba, are the direct beneficiaries of the project.



RESUMEN EJECUTIVO

Los rendimientos del cultivo de la papa en Bolivia son muy bajos hasta 8tn/ha, la principal causa de este problema es la falta de semilla de calidad (semilla certificada), los agricultores utilizan la misma semilla por varios ciclos, solo realizan una selección visual que no garantiza que la semilla se encuentre sana. El CByN-UMSS a través del proyecto Mejora del rendimiento de papa y otros tubérculos andinos ha implementado un laboratorio de cultivo *in vitro* específico para papa, donde se trabaja con los agricultores del Distrito rural de Palca del Municipio de Sacaba, que es considerada un lugar de diversidad de papas nativas y otros tubérculos como la oca y el isano. Con este proyecto se ha logrado implementar el laboratorio y como primera etapa se ha limpiado más de 20 accesiones de papas nativas y 2 variedades comerciales, las que se encuentran conservadas *in vitro* y en tubérculo en la cámara a 4°C. Los agricultores han comprendido la importancia del uso de semilla de buena calidad que garantice buenos rendimientos, lo que se traduce en mejores ingresos económicos, utilizando el sistema propuesto por el CByN-UMSS.

PALABRAS CLAVE:

Semilla certificada, laboratorio de cultivo *in vitro*, limpieza viral



INTRODUCCIÓN

La falta de semilla de papa de alta calidad sanitaria ha sido la principal causa de los bajos rendimientos que obtienen nuestros productores, existen muy pocos centros de producción de semilla, siendo SEPA, INIAF y algún privado. La producción de estos Centros no abastece a la demanda de los productores, logrando cubrir solo el 5%, además los precios ofertados son muy elevados y son pocos agricultores los que acceden.

El Centro de Biotecnología y Nanotecnología de la Universidad Mayor de San Simón ha implementado un laboratorio de cultivo *in vitro* para la producción masiva de semilla de papa con las características requeridas y sobre todo a bajo costo, este laboratorio tiene la finalidad de proveer a los productores de papa, semilla de alta calidad genética y fitosanitaria.

El laboratorio de cultivo *in vitro* se ha creado con el objetivo de realizar la limpieza viral, multiplicación masiva y conservación de plantas nativas e introducidas de papa. Tiene por objetivo potenciar la producción de papa, a través de la producción de semilla libre de virus lo que se traduce en mayores rendimientos. Esta técnica se fundamenta en la capacidad de una célula vegetal de formar una planta completa bajo condiciones controladas en laboratorio, a partir de cualquier parte aislada de la planta denominada explanto.

La técnica de cultivo *in vitro* tiene ventajas sobre las técnicas de multiplicación convencional como una producción masiva y rápida de material vegetal en espacios reducidos, permite obtener plantas libres de enfermedades, se obtiene material homogéneo de alta calidad y rendimiento y se puede trabajar en cualquier época del año.

Para el establecimiento de un laboratorio de cultivo *in vitro*, es indispensable hacer una planificación de acuerdo a factores de: disponibilidad de recursos económicos y personal altamente capacitado, es así que un laboratorio de cultivo de tejidos debe disponer de un área de establecimiento, crecimiento y multiplicación de las plantas producidas, finalmente, la decisión de establecer un laboratorio de cultivo *in vitro*, requiere de un estudio y un análisis crítico acerca de la necesidad de hacerlo, dentro de un contexto integral del desarrollo de la producción de semilla de papa. Por lo que el establecimiento y funcionamiento del laboratorio será el esfuerzo interinstitucional entre el CByN-UMSS y el proyecto Mejora del rendimiento de la papa y otros tubérculos andinos Root to food financiado por FONTAGRO.



OBJETIVOS

General

Poner en marcha un laboratorio piloto de bajo costo para la producción de semilla de papa nativa y comercial

Específicos.

- Implementar el laboratorio *in vitro* para multiplicación de papa
- Adquirir quipos, materiales y reactivos.
- Establecer protocolos de introducción y multiplicación de papa nativa



EL LABORATORIO DE CULTIVO IN VITRO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PAPA

El CByN- UMSS cuenta con un laboratorio general para los rubros (papa, yuca, banano, tuna, piña, etc.), no todos los cultivos mencionados requieren las mismas condiciones de temperatura y horas luz, por ejemplo, la papa es un cultivo de valle y los requerimientos son 18-20°C; 16 horas luz y 8 de oscuridad; el resto son cultivos tropicales y requieren temperaturas mayores a 25°C. Por lo mencionado se ve la necesidad de implementar otro laboratorio solo para la producción de la papa.

Este nuevo laboratorio debe tener las mismas características sanitarias y con el equipamiento que se necesita, tomando como base el laboratorio anterior.

1. Acondicionamiento y equipos del laboratorio

1.1 Sala de crecimiento

Los cultivos *in vitro* se deben incubar en cuartos o ambientes apropiados, llamadas cámaras de crecimiento, que son más eficientes en cuanto al control ambiental. Esta área debe proporcionar un buen control de la temperatura (20 a 28 °C), de la iluminación (variable según las necesidades (1000 a 5000 lux) y de la humedad relativa (70 a 80 %).

En la sala de crecimiento se instalaron estanterías metálicas con bandejas de vidrio para colocar los frascos, tubos de ensayo y magentas. Esta estantería tiene una dimensión de 0.70 m* 1m y una altura total de 3,50 m (4 pisos).





Foto 1 Sala de crecimiento

1.2 Sala de flujo laminar o área de transferencia

En esta área se realiza el trabajo de transferencia de los explantes a los medios de cultivo; este trabajo demanda altos niveles de limpieza del ambiente, en este sitio también se encuentra el microscopio y estereoscopio.

Se recomienda la instalación de gabinetes de flujo laminar en un lugar alejado de las puertas y con mínimo de corriente de aire, con el fin de prolongar la vida útil de los filtros. Se adquirió una cámara de flujo laminar que es de industria Boliviana, el precio es más económico que el importado y la calidad, durabilidad son igual que los importados.

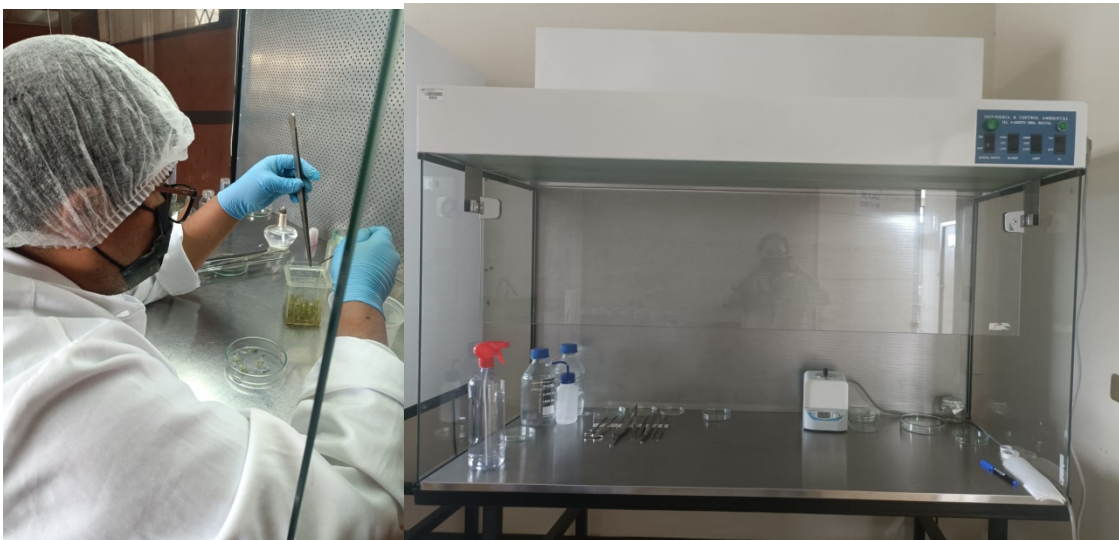


Foto 2 Cámara de flujo laminar

1.3 Sala de preparación de medios

Esta sala se utiliza principalmente para la preparación de medios de cultivo. Este ambiente cuenta con mesas de trabajo, para preparar los medios y para colocar las balanzas, el medidor del pHmetro los agitadores calientes, autoclave, microondas también puede incluir vitrinas, estantería y espacio para el equipo de refrigeración (congeladora, refrigerador). En esta sala también está el destilador de agua.



Foto 3 Autoclave

1.4 Sala de conservación

La función del laboratorio es la de producir plantas madre de alto valor genético y de sanidad certificada, por lo que se ha considerado conservar plantas madre que previamente han pasado las pruebas necesarias para ser calificadas como tal.

La temperatura de esta sala debe estar entre 4 a 8 °C y tener menor iluminación que la sala de crecimiento. En esta cámara de conservación se conservan tubérculos.



Foto 4 Cámara de conservación a 4°C



Foto 5 Cámara de conservación a 4°C

2. Materiales de vidrio y plástico

La cristalería es un material de uso más común para el cultivo de tejidos. Se utiliza bastante material de vidrio en la preparación de medio de cultivo y en la siembra de tejidos vegetales. El material que se seleccione deberá ser de alta calidad, resistente a altas temperaturas y a ácidos y no liberar sustancia alguna, especialmente aquélla que es utilizada en la conservación de soluciones madres.

- Tubos de ensayo

Se utilizan muy frecuentemente en cultivos con pequeñas cantidades de soluciones o bien para diversos tipos de medios. Los tubos de ensayo utilizados para cultivo de tejidos son más cortos y más anchos. Normalmente las dimensiones de los tubos de ensayo son de 2.0 x 15.0 cm, 2.5 x 15.0 cm o de 2.5 x 9.0 cm. Para cubrir la boca los tubos de ensayo, una vez que se les ha cultivado, se usan los materiales siguientes: algodón no absorbente, papel aluminio o de poliestireno, tapas de plástico, tapones de hule y de polipropileno.

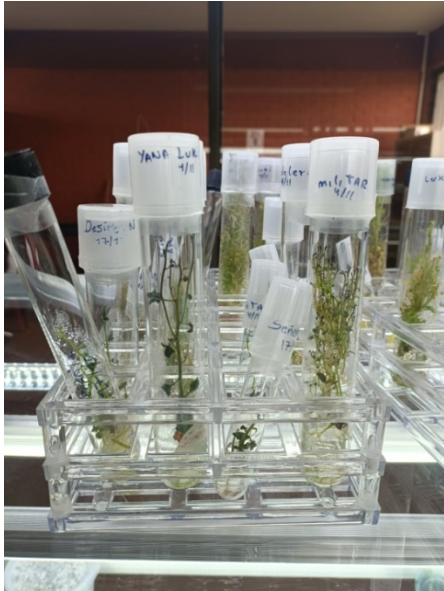


Foto 6 Tubos meristemos introducidos



Foto 7 Tubos con meristemos extraídos (sin virus)

- **Fascos de vidrio para cultivo o magentas de polipropileno**

Para propósitos de cultivar plantas en condiciones *in vitro*, se utilizan frascos de vidrio o magentas cuadradas y cilíndricas de polipropileno, que son resistentes a altas temperaturas y son muy apropiadas para los medios de cultivo sólido; sin embargo, tienen el inconveniente de tener un costo alto. La condición más favorable es tener el costo más bajo posible tanto en lo referente a investigación, enseñanza y obviamente cuando desarrollamos tecnología para fines comerciales, en nuestro caso probamos los frascos de vidrio a costo muy bajo y las magentas.



Foto 8 Magentas de plástico



Foto 9 Magentas de vidrio

- **Botellas para reactivos y soluciones madre**

Se requieren recipientes de vidrio de borosilicato de 50 ml, 100 ml, 500 ml para guardar soluciones madre o para hacer soluciones de varios reactivos. Las botellas oscuras son usadas para evitar la multiplicación de hongos y bacterias o oxidación causadas por la luz. Los frascos de polipropileno como se utilizan para conservar bajo congelación compuestos de composición indefinida, como el agua de coco, soluciones hormonales o compuestos orgánicos termoinestables.



Foto 10 Frascos con tapa azul



Foto 11 Erlenmeyer, vasos de precipitados

3. Componentes del medio de cultivo

- Macronutrientes y micronutrientes

La composición de los macroelementos son (N, P, K, S, Mg y Ca) y los microelementos (B, Mn, Zn, Cu, Ni, Co, Mo, Al, I y Fe). Estos nutrientes deben estar en una concentración tal que permita el adecuado crecimiento celular. Existe en el mercado una formula MS que se puede adquirir, sin embargo el precio es elevado.

Vitaminas

Las vitaminas favorecedoras del desarrollo de cultivos in vitro y que se añaden rutinariamente en la mayoría de los medios de cultivo son: tiamina (B1), piridoxina (B6) y ácido nicotínico (Krikorian, 1991). Otras vitaminas que suelen ser útiles son ácido pantoténico, biotina, riboflavina (B2), colina, cianocobalamina (B12) y ácido fólico. El ácido ascórbico (vitamina C) se considera benéfico en algunos casos, pero probablemente debido más a su capacidad reductora que a su papel como vitamina.

- Sacarosa



Los azúcares actúan como fuente energética y de carbono e incrementan el potencial osmótico del medio. La sacarosa, en concentraciones del 2 al 4 % (p/v), constituye la fuente más utilizada

- **Gelidificante**

Es un polisacárido aniónico que proporciona una red sólida y uniforme para el crecimiento de las células vegetales. Existen muchas marcas en el mercado Gellum, gelsam, agar agar, etc.

RESULTADOS

El equipamiento para establecer un laboratorio de cultivo *in vitro*, es una inversión inicial muy alta, como lo podemos apreciar en los siguientes cuadros, sin embargo, estos equipos pueden tener una vida útil de más de 15 años siempre que se realice un buen manejo y sobre todo mantenimiento preventivo una vez al año. Para el laboratorio *in vitro* de papa se tiene una inversión total de 229, 695 Bs. Equivalente a U\$32,813.

Costos de equipamiento

Cuadro 1 Equipamiento del CByN

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Autoclave vertical 137 Lts.	1	22000	22000
2	Esterilizador de perlas	1	7000	7000
3	Destilador de agua (vidrio) (4 litros/hora) vidrio	1	20000	20000
4	pH tipo electrónico de mesa	1	7000	7000
5	Agitadores magnéticos (Hot plates)	1	3700	3700
6	Calentadores Grandes (Plancha)	2	4000	8000
7	Balanza analítica 0,001 gr	1	13650	13650
8	Cronometro (timer)	2	100	200
9	Cámara de flujo laminar	2	50000	100000
10	Microscopio trinocular digital	1	12500	12500
11	Microscopio de laboratorio tipo estereoscopio	1	9000	9000
12	Parafilm	2	200	400
13	Micropipetas	1	7000	7000
TOTAL				210450



Cuadro 2 Materiales para el armado de la cámara de crecimiento adquirido con el proyecto FONTAGRO

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Armazones de metal para la cámara de crecimiento	10	1100	11000
2	Estantes	10	500	5000
3	Focos LED	50	55,66	2783
4	Tubos led blanco	33	14	462
TOTAL				19245

Costos de materiales

Cuadro 3 Materiales del CByN

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Tubos de ensayo de 47*33 * 150 mm	300	27,87	8361
2	Tubos de ensayo de 47*33 * 80 mm	260	27,7	7202
3	Magentas de polipropileno altura (120*80 mm)	800	18,34	14672
4	Gradillas de platino regular, capacidad de 16 tubos	90	56	5040
5	Una pinza lucae bayoneta, 1 caja de acero inoxidable de laboratorio	1	400	400
TOTAL				35675

Cuadro 4 Materiales adquiridos con el proyecto FONTAGRO

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Frascos	150	6,5	975
2	Pinzas	5	50	250
3	Hojas de Bisturí	299	0,6	179,4
4	Algodón	1	287,9	287,9
5	Piceta	1	35	35

6	Tijeras iris	2	25	50
TOTAL				1777,3

El costo de los materiales es de 37.452 bolivianos, que corresponde a 5350,3 dólares

Costos de reactivos

Cuadro 5 Reactivos CByN-UMSS

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Sucrosa	4	750	3000
2	Nitrato de amonio	1	901	901
TOTAL				3901

Cuadro 6 Reactivos adquiridos con el proyecto FONTAGRO

Nº	ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	MONTO Bs.
1	Reactivo Gelzam	1	3800	3800
2	Murashine y skook con vitaminas	2	999	1998
3	Sulfato de hierro heptahidratado	1	180	180
4	Alcohol	2	420	840
5	Fungicida 1 lt	1	442	442
6	Soluciones buffer para calibrar pHmetro	3	205	615
TOTAL				7875

El costo total de los reactivos es de 11776 que equivale a 1682,3 dólares

Cuadro 7 Cuadro resumen total de costos

Nº	ITEM	CByN-UMSS \$	FONTAGRO \$
1	Equipamiento	30064,3	2749,3
2	Materiales	5096,4	1125,0

3	Reactivos	557,3	253,9
TOTAL		35718,0	4128,2

El cuadro 7 es un resumen de los gastos que se realizaron para la implementación del laboratorio de cultivo in vitro del CByN-UMSS. El apoyo de FONTAGRO fue fundamental para este logro.

Protocolos de introducción y multiplicación de papa

Cuadro 8 Protocolo de introducción de brotes de papa

Actividades	Tiempo	Lugar de trabajo
Alcohol al 70%	1 min.	Cámara de flujo laminar
Enjuagar con agua destilada estéril	1 min.	
Hipoclorito de sodio al 55% p.a. (10% p.c)	20 min.	
Enjuagar con agua destilada estéril dos veces c/u	10 min	
Enjuagar con agua destilada estéril dos veces c/u	5 min.	

Es importante respetar los tiempos que establece el protocolo, para evitar oxidación de los brotes o muerte. Todo el trabajo debe realizarse en la cámara de flujo laminar.

Cuadro 9 Protocolo para la preparación de 1 litro de medio de cultivo

Reactivo	Cantidad
MS (comercial)	4,33 gr
Azúcar	25 gr
Pantetonato de calcio	2cc
GA3	2 cc



Gelidificante Gelex o Gellum	3 gr
pH	5,6 – 5,8
Volumen del medio	25 a 30 cc



DISCUSIÓN

La implementación de un laboratorio de cultivo *in vitro* específico de papa en el CByN-UMSS, aportó de gran manera en la mejora del rendimiento de la papa en las Comunidades del Distrito Rural Palca del Municipio de Sacaba. Los productores ahora comprenden la importancia de iniciar el ciclo de producción con semilla certificada libre de virus.

En Bolivia se cuenta con dos laboratorios acreditados que comercializan semilla certificada, INIAF y SEPA, que son los encargados de proveer semillas de alta calidad sanitaria a los productores de papa, sin embargo la demanda de semilla es muy alta y estas instituciones apenas cubren con el 5 % de los pedidos, además los precios que ofertan son muy elevados 300 bs el kg de semilla pre básica y 340 bs la bolsa de 50 kg. de semilla registrada.

Con la implementación del laboratorio en el CByN-UMSS los agricultores podrán acceder a un precio más económico, de acuerdo a los cálculos realizados se podrá comercializar hasta en 200 bs el kg de semilla pre básica.

Con el proyecto financiado por FONTAGRO, se trabajó con los agricultores semilleros de papa, quienes tienen el interés de producir semilla registrada, adquiriendo semilla pre básica del CByN-UMSS. Además con el plus de que las papas provenientes de este centro están libres de virus, verificadas por el método Elisa y el método molecular LAMP y PCR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La implementación del laboratorio de cultivo *in vitro* de papa del CByN-UMSS fue un esfuerzo interinstitucional entre la Universidad Mayor de San Simón y el Proyecto mejora del rendimiento de papas y otros tubérculos andinos, financiada por FONTAGRO.
- El equipamiento que se necesita en un laboratorio *in vitro*, es una inversión que tiene una vida útil de más de 15 años.
- Los materiales y reactivos que se utilizan en el laboratorio de cultivo *in vitro* son de elevado costo, sin embargo de acuerdo a nuestra experiencia hay reactivos como la sucrose que puede ser reemplazado por el azúcar común.
- La mano de obra debe ser muy calificada y con experiencia en el manejo de laboratorios, en nuestro caso pudimos observar que los estudiantes que fueron capacitados, necesitarán mayor práctica debido a que el trabajo final que presentaron tuvo mucha contaminación tanto de hongos como bacterias.
- La multiplicación de papa por *in vitro* es masiva, el corte de las plantas debe realizarse cada 7



a 10 días.

- Para evitar la variación somaclonal, se recomienda realizar hasta un máximo de 8 cortes y luego volver a introducir nuevos brotes (cambio de plantas madre)
- No todas las variedades de papa tienen el mismo comportamiento en el laboratorio *in vitro*, las papas nativas son más difíciles de trabajar.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Espinoza N, Lizárraga R, Sigüeñas C, Buitrón F, Bryan J, Dodds JH. 1992. Cultivo de tejidos: micropropagación, conservación y exportación de germoplasma de papa. 2 ed. Lima, Perú. 19p. Centro Internacional de la Papa

Murashige, T. & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15(3):473-497.

Mroginski, L, Sansberro, P. & Flaschland, E. (2004). Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. En: Levitus, G., Echenique, V., Rubinsten, C., Hopp, E. & Mroginski, L. (Eds). *Biotechnología y Mejoramiento Vegetal*. Editorial INTA. Buenos Aires. pp. 35-42.



ANEXO 1



Depósito de materiales de vidrio



Cámara de termoterapia

INSTITUCIONES PARTICIPANTES





Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org