



## Determinación de la concentración óptima de la solución hidropónica sobre la micropropagación *in vitro* de *Solanum tuberosum* “papa amarilla”

Determination of the optimal concentration of hydroponic solution on the *in vitro* micropropagation of *Solanum tuberosum* "yellow potato"

Juana Paula Córdova Matos<sup>1</sup>, Huberto Williams Noriega Córdova<sup>2</sup>

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la concentración óptima de la solución hidropónica sobre la micropropagación *in vitro* de *Solanum tuberosum* “papa amarilla” para proponerlo como biotecnología viable en investigación en centros educativos y en centros de producción agrícola rural. **Métodos:** Se utilizaron doce tubérculos de “papa amarilla” que fueron tratados con una solución al 1% de ácido giberélico por 24 horas, para inducción de brotes, estos se fotoestimularon por 24 horas y luego se transfirieron a un lecho de musgo estéril tratado con solución hidropónica al 100%, 50% y 5%. Los tratamientos en cada sistema hidropónico autotrófico (SHA) fueron mantenidos a 23°C y fotoperiodo de 16 horas luz, observándose tiempos de verdeo, formación de hojas, raíz y crecimiento longitudinal. Cuando formaron raíz se pasaron los explantes a la siguiente cámara de tratamiento, pero solamente continuó la concentración de la solución hidropónica que mejor resultados de micropropagación presentó. **Resultados:** La concentración de la solución hidropónica que dio características de micropropagación de explantes de *S. tuberosum* en SHA fue al 50%. **Conclusiones:** El uso de la solución hidropónica al 50% permitió obtener plántulas en menor tiempo que se podrían adecuar a sistemas de investigación en instituciones educativas y de producción agrícola rural, por su viabilidad económica, eficiencia y practicidad.

**Palabras clave:** *In vitro*, micropropagación, sistema hidropónico autotrófico, explante, papa

### ABSTRACT

**Objective:** Determine the optimal concentration of hydroponic solution on the *in vitro* micropropagation of *S. tuberosum* "yellow potato" to be proposed as a viable biotechnology research and educational centers in rural agricultural production centers. **Methods:** Twelve tubers of "yellow potato" were treated with a 1% solution of gibberellic acid for 24h, for shoot induction, these were treated for 24h of light and then transferred to a bed of sterile moss and treated on hydroponic solution with 100%, 50% and 5%. autotrophic treatments in each hydroponic system (SHA) were maintained at 23 ° C and photoperiod of 16h light observed greening times, formation of leaves, roots and plant height. When forming the root explants

<sup>1</sup> Facultad de Educación, universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión. Email: juanapaulacordova@hotmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión

following treatment chamber are passed, but only continuous concentration of hydroponic solution that best results micropropagation present. **Results:** The concentration of hydroponic solution gave micropropagation features explants *S. tuberosum* in SHA was 50%. **Conclusions:** The use of hydroponic solution at 50% admitted allowed obtaining in less time seedlings to educative institution research systems and agricultural production for their economic viability, efficiency and convenience centers.

**Keywords:** *In vitro* micropropagation, autotrophic hydroponic system, explant, potato.

## INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum*, es un cultivo de origen tropical y el cuarto de importancia a nivel mundial, después del arroz, trigo y maíz en cuanto a producción (Díaz, 2005).

Su propagación por la técnica de cultivo *in vitro*, que consiste en colocar, bajo condiciones asépticas, porciones pequeñas de tejidos u órganos en un recipiente con medio nutritivo, para lograr la multiplicación masiva de plantas, con uniformidad genética y completamente sanas (Ramírez, 2013).

La micropropagación es el proceso de multiplicar plantas *in vitro*, este término se usa para referirse a la utilización de las técnicas de cultivo *in vitro* tradicionales, aplicadas a la propagación vegetativa de plantas. En la micropropagación, a partir del fragmento (explante) de una planta madre, se obtiene una descendencia uniforme en condiciones de asepsia. Este proceso incluye varias fases como son la preparación de la planta madre, el establecimiento del cultivo en condiciones de asepsia, la multiplicación de brotes, el enraizamiento y la aclimatación de las plántulas obtenidas (Rossi, 2009)

Las vitroplantas se desarrollan principalmente en un medio basal, rico en sales minerales vitaminas, fitohormonas, fitagel y una fuente carbonada, lo que permite el éxito de la micropropagación, sin considerar factores abióticos de control. El medio basal más empleado es el medio Murashige y Skoog, y cuando se requiere clonar varios especímenes vegetales los costos de producción se elevan y en proyectos escolares se hace inviable, principalmente por los equipos muy costosos (Rossi, 2009)

La propagación *in vitro* es un método fundamental para abastecer los requerimientos en materiales vegetales de los laboratorios, así como para tener la cantidad necesaria de material libre de patógenos para los productores. La propagación *in vitro* es de vital importancia para la conservación de germoplasma y para el intercambio de material genético sano y a nivel internacional (Valderrama y cols., 2001)

La implementación de métodos de propagación masiva representa la mejor opción para tal fin; entre ellos, se encuentra el sistema autotrófico hidropónico (SAH), propuesto por el INTA en Argentina que combina técnicas de micro propagación y de multiplicación autotrófica

basado en la capacidad autotrófica de los esquejes y el rol fundamental del microambiente (Hernández y cols., 2008)

Con el uso del SAH se tiene plántula de mayor tamaño, mejor funcionamiento fisiológico y un crecimiento uniforme; además, disminuyen las pérdidas por contaminaciones y estrés postransplante (Pérez y cols., 2013)

Existe la necesidad de hacer amigable esta tecnología de modo práctica y a bajo costo para que sirva de herramienta didáctica en los centros escolares y para experimentos presentados en las ferias escolares de ciencia y tecnología.

Las soluciones hidropónicas en sus diferentes sistemas de aplicación han dado resultados prometedores, sin embargo lo más próximo a este estudio es la técnica del sistema autotrófico hidropónico (SAH) que emplea una solución hidropónica que no es la solución empleada en los diferentes sistemas como los de aeroponía, técnica en película nutritiva u otros, sino más bien es una técnica combinada de la tecnología hidropónica y de la micropropagación empleando fitohormonas (Wright y cols., 2008 y Hernández y cols., 2008).

Los sistemas SAH han permitido mejorar la producción de vitroplantas, incremento de vitalidad, resistencia, facilidad de aclimatación, entre otros, lo que hace que este sistema sea de simplificación de los procesos costosos realizados en laboratorios sofisticados (Hernández y cols., 2008).

No existiendo referencias del uso de la solución hidropónica como ya se explico, en la micropropagación in vitro de segmentos nodales de *S. tuberosum* “papa amarilla” y su aplicación a los sistemas SAH para evaluar su posible empleo, bajo determinados pasos de un diseño de estudio a nivel de laboratorio.

## **MATERIAL Y METODOS**

### **Población y muestra**

Diez tubérculos de *S. tuberosum* “papa amarilla” previamente seleccionados (tamaño mediano, sin lesiones, consistencia firme y sin pigmentación verde).

### **Limpieza y desinfección**

Los tubérculos de *S. tuberosum* “papa amarilla” se lavaron con agua para retirar restos de suelo agrícola, luego se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 5% por 20 minutos y finalmente se enjuagaron dos veces con agua destilada.

### **Inducción de brotes**

En agua destilada aireada se mantuvieron los tubérculos por 2h y posteriormente se sumergieron en una solución al 1% de ácido giberélico se añadieron los tubérculos por

<sup>1</sup>Facultad de Educación. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

24 horas. Posteriormente se los coloco en bandejas cerradas en cámara húmeda y en oscuridad por cinco días.

### **Preparación del soporte**

Se empleo musgo, que se esterilizo a 180°C por 20 minutos, luego se dejo enfriar dentro del horno y en condiciones asépticas se coloco en la cámara de SHA.

### **Fotoestimulación de los brotes**

Los brotes de *S. tuberosum* se los expuso por dos días a iluminación constante para acelerar la fotosíntesis, siendo indicador de esto el cambio de color verde claro.

### **Preparación de la solución hidropónica La Molina a diferentes concentraciones**

Se mezclo 5 ml la solución A con 1ml de la solución B para preparar 1000ml de la solución hidropónica (SH), luego se separaron 500ml de la SH para preparar dos diluciones una al 50% y otra al 5%.

### **Siembra de los brotes**

Con bisturí de primer uso y previa limpieza y desinfección de superficies con alcohol yodado, haciendo uso de guantes estériles y mascarilla, se realizó la sección de la región basal del brote a una distancia aproximada de 0,5mm de la superficie del tubérculo. Transfiriéndose con una pinza estéril a la cámara de siembra del SHA. Los brotes se plantaron a una distancia aproximada de 2cm y a una distancia de 3cm entre filas. Posteriormente se aplico la solución hidropónica según la concentración.

### **Acondicionamiento del SHA**

Los SHA se acondicionaron en una vitrina con luz fría blanca con un fotoperiodo de 16h de luz controladas por un timer digital a una temperatura controlada de 24°C ± 1°C.

### **Monitoreo de los SHA**

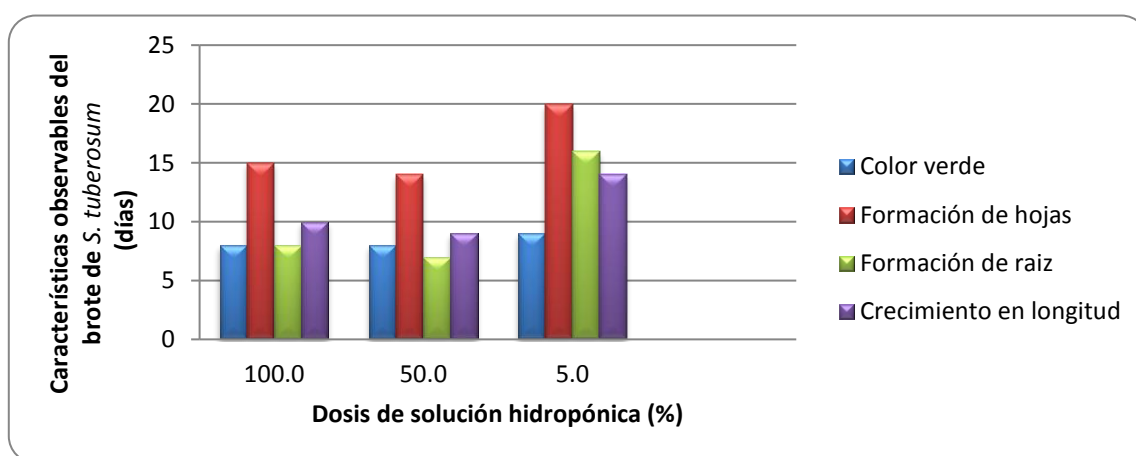
Se monitorea todos los días hasta la formación de hojas nuevas, una vez observada esta característica se toma una muestra para averiguar si formo raíz, para dejar listo para su transferencia de segmentos nodales a un nuevo sistema SHA. Solo continuara la fase de multiplicación con la dosis de SH que de los mejores resultados.

## RESULTADOS

**Tabla 1** Características observables en días de los brotes de *S. tuberosum* “papa amarilla” tratados en SHA, a diferentes dosis de solución hidropónica

Dosis Solución hidropónica %	Tiempo de aparición de las características observables en los brotes de (días)			
	Color verde	Formación de hojas	Formación de raíz	Crecimiento en longitud
100	8	15	8	10
50	8	14	7	9
5	9	20	16	14

Fuente: Elaboración propia.



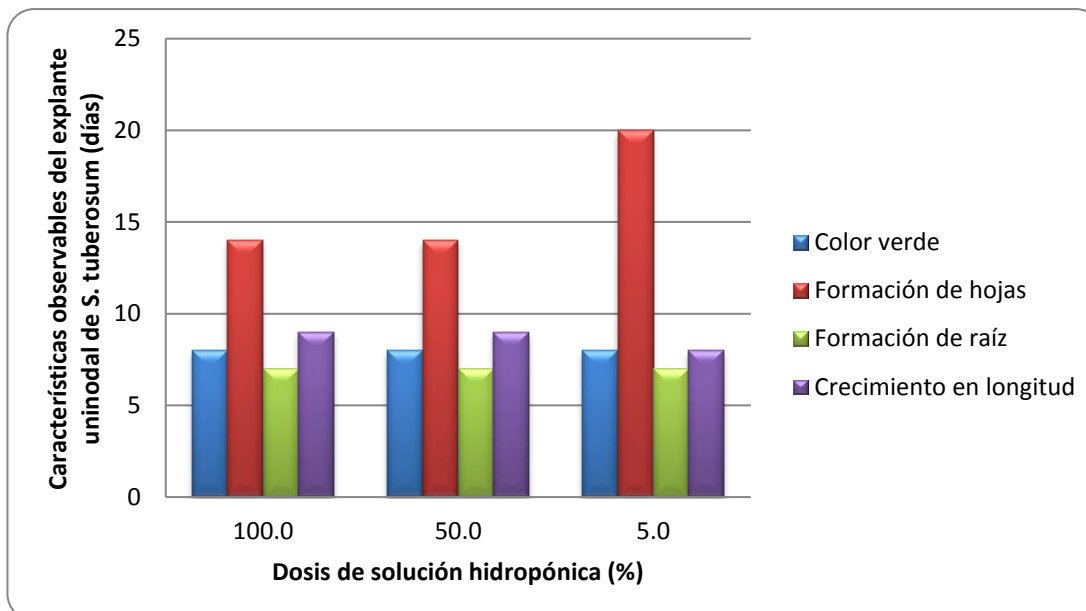
**Figura 1:** Efecto de tres dosis de solución hidropónica sobre sus características observables del brote de *S. tuberosum* en SHA

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2** Características observables en días de los brotes de *S. tuberosum* “papa amarilla” tratados en SHA, a diferentes dosis de solución hidropónica.

Zona del explante nodal al 50% Dosis Solución hidropónica	Características observables del explante uninodal en días			
	Color verde	Formación de hojas	Formación de raíz	Crecimiento en longitud
Apical	8	14	7	9
Media	8	14	7	9
Basal	8	20	7	8

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2** Efecto de tres dosis de solución hidropónica sobre sus características observables del explante uninodal de *S. tuberosum* en SHA.

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

De los diversos tratamientos a diferentes dosis de SH como los observados en la Tabla 1, los mejores resultados se obtuvieron a la concentración del 50%: los tiempos de crecimiento longitudinal de las plántulas, formación de hojas, formación de tallo y aparición de coloración verde fue a los 9, 14, 7 y 8 días. La SH al 5% no dio los mejores tiempos de de formación de plántulas en SHA resultados

El soporte empleado fue el musgo, que dificultó la limpieza de la raíz de la plántula, durante la inspección, en este momento este órgano es frágil y suele quebrarse, sin embargo mantiene favorablemente la humedad y es práctico para la instalación de los explantes. Sin embargo en estudio realizados por Rigato (2001) la vermiculita es buen absorbente de nutrientes y facilita el desprendimiento de la raíz.

Un aporte a diferencia de otros estudios como el de Rigato (2001), que emplean para sus estudios plántulas de papa in vitro obtenidas del Centro Internacional de la papa (CIP), en el presente estudio se obtuvo a partir de tubérculos de papa los que se les indujo la formación de brotes.

Los resultados reportados en la Tabla 2, muestran que las mejores zona para realizar la multiplicación de plántulas en SHA, son la zona alta y la media que las plántulas, en tanto que la zona basal mantiene la región radicular.

## CONCLUSIONES

El uso de la solución hidropónica al 50% permitió obtener plántulas en menor tiempo y las zona apical y medias forman en menor tiempo hojas, que se podrían adecuar a sistemas de investigación en instituciones educativas y de producción agrícola rural, por su viabilidad económica, eficiencia y practicidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Díaz, M. José. (2005). Organogénesis somática en papa en hojas de plantas desarrolladas in vitro. Recuperado de <http://www.cedaf.org.do/eventos/isth2005/memoria/Miercoles/PDF/02.pdf>

Hernández J., Mingrelia, J. y Demey, J. (2008). Evaluación de biofertilizantes en el proceso de multiplicación masiva de plántulas in vitro de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante un sistema autotrófico. Fundación Instituto de Estudios Avanzados, IDEA, Carretera Hoyo de la Puerta, Valle de Sarteneja, Baruta, Edo Miranda. Venezuela. Recuperado 2 de diciembre del 2013 de

[http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/propiedades\\_procesos/PPS40.pdf](http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/CVCS19/propiedades_procesos/PPS40.pdf)

Pérez, D.; Gómez, T., González, A.; Franco, O.; Rubí, M.; Gutiérrez, F.; Serrato, R. (2013). Calidad de plántula en cinco cultivares de papa determinada por la intensidad de luz blanca y tipo de propagación Ciencia Ergo Sum, vol. 20, núm. 2, julio-octubre, pp. 138-147. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10426848002>

Ramírez V., José. (2013). Producción de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) prebasica. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos89/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum/produccion-semilla-papa-solanum-tuberosum2.shtml>

Rigato S., González, A. y Huarte, M. (2001). Producción de plántulas de papa a partir de técnicas combinadas de micropropagación e hidroponía para la obtención de semilla prebasica. Revista latinoamericana de la papa. 12.

Rossi, L. Cultivos In Vitro. (Diapositiva) 28-36 (en línea). Consultado el 20 mayo 2009. Recuperado de <http://www.upch.edu.pe/facien/dcbf/botgen/PROPAGACION%20ASEX.ppt>.

Valderrama, R. A, JM. Reyes Matamoros, TB. Novikova y EA. Kalashnicova.(2001). Particularidades de la propagación in vitro de cultivares de papa. Ideas. Recuperado el 4 de diciembre del 2013, de <http://148.228.97.152/jenaroreyes/articulos/11.pdf>

Wright BD, Bausch WC, Knott WM. (1988). A hydroponic system for microgravity plant experiments. Trans ASAE. 1988 Mar-Apr;31(2):440-6. Recuperado el 1 diciembre del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11539001>