

# Agar de repostería como alternativa económica en la producción *in vitro* de plantas de papa

**Norkys Meza**

INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, estado Lara.  
norkysmeza@gmail.com.

**T**écnicas biotecnológicas como el cultivo de tejidos pueden utilizarse eficientemente en el sector agrícola y constituyen una alternativa interesante a los métodos tradicionales de propagación, ya que, permiten obtener una gran cantidad de material vegetal libre de patógenos en un corto periodo de tiempo. El cultivo de tejidos vegetales comprende un conjunto de técnicas ampliamente usadas para propagación vegetal *in vitro*; sin embargo, una desventaja es el alto costo de componentes utilizados para el medio de cultivo, entre éstos, el agar de dichos medios ha presentado una enorme sobreexplotación consecuencia de su alta demanda, razón por la cual, ha elevado su precio, Sánchez-Cardozo *et al.* (2019).

Los gelificantes poseen algunas propiedades deseables para uso en medios de cultivo. Entre estos, se determina que deben ser inertes para no afectar el desarrollo de los explantes, soportar la esterilización por el autoclave y ser líquido cuando el medio de cultivo está caliente para poder dispensar en los recipientes. Además de solidificar el medio de cultivo a temperatura ambiente, sin reaccionar con los compuestos del mismo. Durante los últimos 30 años, se han realizado esfuerzos para buscar sustitutos adecuados para el agar; en consecuencia, un gran número de sustancias han sido probadas por su capacidad de gelificación.

La necesidad de reducir costos en la preparación de medios de cultivo para propagación *in vitro* ha llevado a los científicos a experimentar con nuevas sustancias que puedan ser utilizadas como agentes gelificantes, tal es el caso del uso de agar de repostería.

## Agar de repostería

El “alga” conocida como agar-agar, no es un alga en sí, sino una sustancia blanca formada por un extracto, extraído de diversas algas rojas rodofíceas del género *Gelidium* y/o *Gracilaria*. Se trata de un

polisacárido que encontramos formando parte de la estructura de la pared de algunas algas.

Sus orígenes se sitúan en Japón en el siglo XVII, se emplea en la elaboración de postres combinado con frutas, de allí su nombre agar de repostería. Dicho componente, tiene una alta capacidad de absorción del agua, ya que, absorbe hasta 20 veces su propio peso. Se hincha al entrar en contacto con ésta, por lo tanto, para usarlo hay que disolverlo en un líquido, llevar a hervor suave durante unos minutos y remover hasta su total disolución. Posteriormente, hay que dejarlo enfriar para que solidifique. Por otro lado, puede soportar hasta 70-85°C de calor sin derretirse.

Ésta propiedad ofrece la posibilidad de calentarla junto con otros ingredientes conservando su consistencia sólida. Además, es reversible, es decir, se puede gelificar, derretir y volver a gelificar de nuevo, lo cual permite rectificar su consistencia si no hemos obtenido la textura deseada. Se procesa en forma de barras, tiras, copos y en polvo, y además es utilizado como espesante, estabilizante, texturizante y gelificante de numerosas recetas; mejorante y estabilizante de productos de la industria alimentaria como bebidas, pescados, postres y se emplea en la preparación de medios de cultivo sólido para microorganismos en trabajos de laboratorio (Gordo *et al.*, 2012).

## Agar bacteriológico

En el agar bacteriológico, el componente dominante es un polisacárido que se obtiene de ciertas algas marinas y que presenta la indudable ventaja que, a excepción de algunos microorganismos marinos, no es utilizado como nutriente (Rodríguez y Zhurbenko 2018).

Trabajos relacionados con la utilización de sustitutos de agar bacteriológico en la producción de vitroplanta de papa con utilización de herramientas biotecnológicas son escasos en el país. Por lo an-

terior, los objetivos se orientaron a la evaluación de los cambios morfológicos en los explantes de papa *Solanum tuberosum* micro propagados, al sustituir parcialmente el agar bacteriológico, por agar utilizado en repostería.

## Fase de laboratorio

### Materiales utilizados

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal del INIA Lara en condiciones que se describen en cada fase de estudio. El agar de repostería fue comprado en casas comerciales (Foto 1).

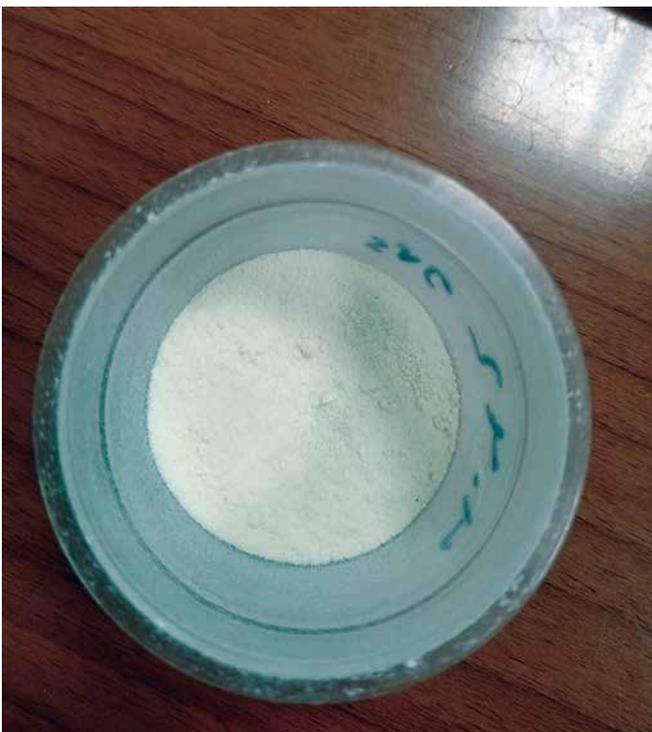


Foto 1. Aspectos del agar de repostería.

**Preparación de los medios de cultivo:** para la preparación de los medios se empleó una composición de nutrientes descrita por Murashige y Skoog (MS), suplementado con 0,5mg/l de ácido indolbútrico. Como agentes solidificantes se utilizaron el agar de repostería 10 g/l y el agar bacteriológico 15 g/l. Luego se esterilizaron en autoclave a 121°C y 1kgf/cm<sup>2</sup> de presión durante 20 minutos. La variedad de papa utilizada fue María Bonita.

**Evaluación de consistencia de los medios:** la evaluación se realizó de forma visual introduciendo una espátula para medir la resistencia a la ruptura del medio. El color del medio se evaluó mediante la observación (Foto 2 a y b).



Foto 2. Color del medio utilizando: a) agar de repostería y b) agar bacteriológico.

**Siembra e incubación de explantes:** se utilizaron frascos de vidrio de 250 mililitros, los cuales contenían 30 mililitros de los medios de cultivo, se sembraron 10 segmentos nodales de papa de aproximadamente 1 centímetro de longitud y fueron colocados en un cuarto de crecimiento, en condiciones controladas (temperatura promedio 21°C; 70% humedad relativa y 16 horas de fotoperiodo en luz difusa).

**Evaluación de los efectos de la sustitución de agar:** para evaluar la sustitución de agar bacteriológico por el agar de repostería se comparó la altura de las plántulas, número de hojas, nudos y grado de enraizamiento, este se realizó de manera visual. El ensayo se condujo bajo un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones y dos tratamientos correspondientes a cada medio gelificantes evaluados.

### Fase de invernadero

Las plantas formadas en condiciones *in vitro*, crecen bajo un ambiente controlado y si son llevadas a su ambiente natural, pueden deshidratarse fácilmente y morir, por lo tanto, es muy importante que sean sometidas a un acondicionamiento previo llamado endurecimiento o aclimatación y esto se lleva a cabo en casas de cultivos o invernaderos. Los invernaderos son sistemas de producción donde a diferencia de otros agroecosistemas el ambiente es adaptado al cultivo para maximizar la productividad. La aclimatación es un factor importante en la posterior supervivencia de la planta, ya que, es una etapa crítica dentro del proceso, en la que se produce la mayor pérdida de plantas.

Por lo antes planteado, las vitroplantas de María Bonita obtenidas con los diferentes gelificantes fueron sembradas bajo condiciones de invernadero, estableciendo un ensayo en el Campo Experimental La Cuibas, municipio Jiménez del estado Lara. El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar de tres tratamientos con 20 repeticiones cada una. Las vitroplantas se sembraron a una distancia de 10 x 15 centímetros y se manejaron agroecológicamente durante el ciclo del cultivo. Previo a la siembra las vitroplanta se limpiaron con agua destilada estéril, eliminando completamente el agar, para evitar la aparición de hongos y la deshidratación en el proceso de cambio de sustrato.

Durante las dos primeras semanas después del trasplante, fueron controlados adecuadamente los factores ambientales y hábilmente se simulaban las condiciones del ambiente *in vitro*, para que las plantas se adapten a las nuevas condiciones; evitando el exceso de transpiración de las jóvenes plantas y lograr un adecuado desarrollo de sus estomas y cutícula; es necesario mantener una elevada humedad relativa y esto se logra colocando sombra con una tela blanca.

### Variables evaluadas

Durante la cosecha se evaluó el número de tubérculos/m<sup>2</sup> y las semillas se clasificaron de acuerdo al tamaño y peso. Cuando se detectaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos tanto en el laboratorio como en el invernadero se realizó la prueba de comparación de medias de Tuckey. Los análisis se realizaron con el programa estadístico INFOSTAC (Di Rienzo *et al.*, 2017).

### Fase del laboratorio

En el Cuadro 1, se presentan los resultados de las vitroplanta evaluadas bajo los dos tratamientos gelificantes, no se obtuvieron diferencias significativas. En la Foto 3 a y b, se observan las características de las vitroplanta crecidas en los diferentes medios gelificantes, presentando buen vigor, color de las hojas verde intenso y abundantes raíces.

**Cuadro 1.** Características morfológicas de la variedad María Bonita sembrada en dos medios gelificante.

Tratamiento	Altura (cm)	N° Hojas	N° Nudos	Grado enraizamiento
MS+ agar repostería	7	10	11	Abundante
MS+ agar bacteriológico	6	7	9	Abundante
Significancia	ns	ns	ns	



**Foto 3.** Vitroplantas de María Bonita crecidas en: a) agar de repostería y b) agar bacteriológico.

### Fase de invernadero

En la Foto 4 a y b, se observa la siembra en los invernaderos de las vitroplantas de la variedad de papa María Bonita obtenida de los dos medios de cultivo.

En el Cuadro 2, se reportan los resultados alcanzados en las vitroplanta obtenidos de ambos medios gelificantes. No se observaron diferencias significativas para los tratamientos evaluados. De manera

general el agar de repostería dio buenos resultados al usarlo en el laboratorio para el desarrollo de las vitroplanta de papa de la variedad María Bonita.

El uso de agar de repostería reduce los costos de producción de las vitroplantas, ya que, es más económico que el agar bacteriológico. Algunas investigaciones realizadas en orquídeas y otros cultivos han utilizado otros medios gelificantes, como el almidón de yuca y de papa, con resultados satisfactorios.



Foto 4. Aspectos de las vitroplanta de María Bonita obtenidas de: a) agar de repostería y b) agar bacteriológico.

Cuadro 2. Características de los tubérculos de papa variedad María Bonita obtenido en invernadero y proveniente de los dos agares gelificantes.

Tratamiento	N° de Tub cosechado	Peso kg	Grande kg	Mediano kg	Pequeña kg	Mini kg	Tub/planta	Tub/m <sup>2</sup>				
MS+agar repostería	5.465	84,5	65	8	2.100	53	2.300	26	1.000	5,5	6	219
MS+agar bacteriológico	4.600	82,5	146	11	1.800	44	2.300	23,5	500	4	5	185

Tubérculo: Tub.

Se sugiere seguir evaluando los diferentes agares de repostería que existen en el mercado debido a que el color que se genera al colocarlo en el medio opaca la visión de cualquier patógeno que se desarrolle en el mismo. Se recomienda usar en las vitroplantas que van definitivamente a la siembra en invernaderos.

### Consideraciones finales

El avance de las investigaciones enfocadas a la sustitución parcial o total del agar como agente gelificante en los medios de cultivo *in vitro* para propagación, han arrojado resultados prometedores, principalmente en lo que respecta al uso de agar de repostería.

En la presente investigación se encontró que al emplear agar de repostería a una concentración del 10 mg/l, en la multiplicación de la variedad de papa María Bonita y compararlo con el agar bacteriológico no se observaron diferencia en el enraizamiento y crecimiento de la vitroplanta.

De igual manera, el comportamiento de las vitroplantas en el invernadero no se vio afectado por el tipo de agar usado, las mismas crecieron y se desarrollaron de acuerdo al ciclo del cultivo.

El rendimiento expresado en tub/planta fue similar y se obtuvieron 5 y 6 tubérculos por planta, un rendimiento ideal para la producción en vitroplantas de papa.

El uso de agar comercial de tipo repostería como sustitutos del agar bacteriológico usado como soporte en el medio de cultivo favorece el desarrollo de vitroplanta de papa variedad María Bonita. Se concluye que el agar de repostería es entre 3 y 5 veces más barato que el agar bacteriológico, este protocolo representa una alternativa para la propagación *in vitro* eficiente y a un costo menor para que sean utilizados en todos los cultivos propagados por esta vía.

### Bibliografía consultada

- Di Rienzo, J., F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada y C. Robledo. 2017. InfoStat versión 2017 (en línea). Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 50 p.
- Gordo, D. A. M., O. C. González y J. C. Pacheco 2012. Sustancias utilizadas como agente gelificante alternativas al agar en medios de cultivo para propagación *in vitro*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 3(2), 49-62.
- Rodríguez C. M. y R. Zhurbenko 2018. Manual de medios de cultivo 2018. BIOCEN. Centro Nacional de Biopreparados, La Habana-Cuba. p 530.
- Sánchez-Cardozo J., M. X. Quintanilla-Carvajal B, R. Ruiz-Pardo B. and A. Acosta-González 2019. Evaluating gelling-agent mixtures as potential substitutes for bacteriological agar: an approach by mixture design. Revista DYNA, 86(208): 171-176.

INIA Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

**PUBLICACIONES Digitales**

<http://www.sian.inia.gov.ve/index.php/publicaciones/publicaciones-noperiodicas/fmanuales-pnp>