

Cómo el cultivo de tejidos vegetales ayuda a la conservación y desarrollo de plantas de interés económico

How plant tissue culture helps the conservation and development of plants of economic interest

Recursos Naturales y Sociedad, 2021. Vol.7 (3): 147-155. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0011>

Lilia Alcaraz Meléndez

Programa de Agricultura de Zonas Áridas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
E-mail: lilyalm@gmail.com

¿Qué es el cultivo de tejidos vegetales?

El cultivo de tejidos vegetales es un conjunto heterogéneo de técnicas que presentan en común el hecho de que un explante (una parte separada del vegetal) se cultiva asépticamente (libre de microorganismos) en un medio artificial de composición química definida y se desarrolla bajo condiciones ambientales controladas (Mroginski, et al. 2010) (Fig. 1). Tiene amplias posibilidades ya que basándose en la totipotencialidad de las células, es decir que todas las células tienen la capacidad de formar un organismo completo, se pueden propagar o reproducir plantas exactamente iguales a la planta original (el procedimiento denominado clonación).

El precursor del desarrollo de esta técnica fue Haberlandt (1913) experimentando con células de papa y probando diferentes compuestos que le permitieron avanzar en el proceso de esta tecnología.



Figura 1. Cultivo de tejidos vegetales en condiciones controladas de intensidad luminosa, fotoperiodo y temperatura.

¿Cómo desarrollar el cultivo de tejidos vegetales?

Se inicia con la elección de los órganos o tejidos denominados

explantes, la desinfección de los tejidos, selección de medios de cultivo y combinaciones de reguladores de crecimiento vegetal, hasta lograr el desarrollo de las plantas que se desean producir. El proceso de desinfección o higienización, consiste en lavar los explantes con detergente líquido comercial, posteriormente tratar el explante o material vegetal con alcohol etílico al 70% enjuagar con agua destilada estéril y posteriormente tratar con hipoclorito de sodio o de calcio o cloruro de mercurio, aunque éste último es altamente tóxico y se debe usar con precaución, en este punto se tienen que probar las concentraciones y los tiempos de tratamiento para lograr higienizar los explantes sin que se dañen al aplicar estos compuestos, si el tejido es frágil se tiene que tratar con menor concentración del desinfectante y menor tiempo, si el tejido es fuerte como por ejemplo una hoja gruesa se puede emplear el desinfectante más concentrado

y durante más tiempo. También se pueden agregar compuestos tensoactivos, como detergentes para que penetre el agente desinfectante, especialmente en las superficies rugosas o con vellosidad para así lograr una mejor higienización (Webster, 1966). Todos estos procesos se deben realizar en un ambiente estéril para evitar la contaminación del cultivo por microorganismos. Para ello se realiza en un aparato llamado campana de flujo laminar evitando así la contaminación (Fig. 2). La selección del medio de cultivo dependerá del tipo de planta que se ha seleccionado. Para cada especie se han desarrollado/ diseñado diferentes medio de cultivo con concentraciones de minerales, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos apropiados para diferentes tipos de plantas (leñosas, herbáceas, monocotiledóneas, dicotiledóneas, etc). Uno de los más comúnmente empleados es el denominado Murashigue y Skoog (1962), que ha sido utilizado para la mayoría de las

especies. También a este medio de cultivo se le aplica un agente gelificante que mantiene a éste en un estado semisólido o sólido y proporciona un sostén al explante para que se mantenga en la posición adecuada para su desarrollo.



Figura. 2. Campana de flujo laminar, es un equipo importante para el desarrollo de la técnica de cultivo de tejidos en condiciones asépticas, ya que permite obtener una zona estéril y segura libre de microorganismos.

Cuando se tiene un medio de cultivo seleccionado, se probarán los reguladores de crecimiento, estos compuestos son compuestos orgánicos que se aplican en muy pequeñas cantidades los cuales alteran el crecimiento o los patrones de desarrollo de los tejidos vegetales, causando una respuesta fisiológica. Estos compuestos son muy importantes para que las células en desarrollo puedan formar plantas completas a partir de una pequeña parte de una hoja, raíz, tallo, brote, granos de polen, yema, embrión, células específicas como meristemos, etc. Estos explantes se incuban en cámaras de cultivo en condiciones controladas de luz, controlando la intensidad luminosa y el tiempo de iluminación o fotoperiodo, que nos simula el día y la noche. Así mismo es importante el control de la temperatura que generalmente se mantiene a 25 ± 5 °C.

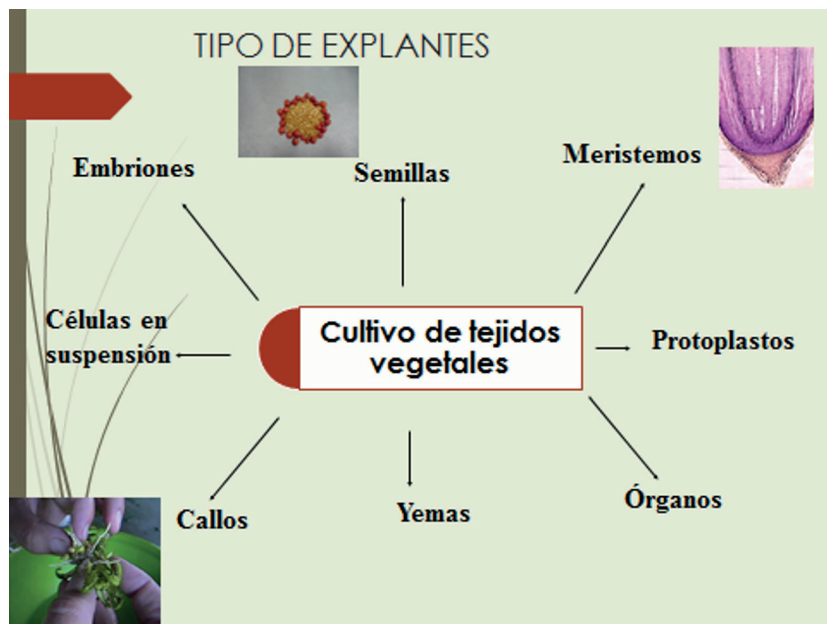


Figura. 3. En esta figura se muestra el tipo de explantes que se emplean para desarrollar la técnica de cultivo de tejidos vegetales.

¿Cómo se emplea el cultivo de tejidos vegetales?

El cultivo de tejidos puede ser para propagar plantas y se denomina micropropagación, se pueden cultivar células indiferenciadas que se denominan callos, también se pueden cultivar células suspendidas en medios líquidos que se denominan cultivos de células en suspensión. Cada tipo de cultivo tiene un fin dependiendo de los objetivos que se deseen desarrollar (Fig. 4)

¿Qué ventajas tiene emplear el cultivo de tejidos de plantas de zonas áridas?

Este procedimiento es muy útil en general para la propagación, cultivo y conservación de las plantas; sin embargo en las zonas áridas y semiáridas tiene una especial relevancia debido a que las plantas de estas regiones crecen en condiciones adversas.

Entonces al emplear esta tecnología obtendremos una mayor producción en plantas cultivadas que en plantas silvestres.

Se pueden seleccionar y propagar plantas con características

fisiológicas adecuadas para establecerse en las zonas áridas y semi-áridas. Se pueden seleccionar y propagar plantas que sintetizan compuestos con alto valor agregado. Las plantas silvestres se cosechan una vez al año dependiendo de las condiciones medioambientales.

Con las plantas cultivadas empleando las técnicas de cultivo de tejidos (*in vitro*) se pueden planear las cosechas, pudiendo incrementarse hasta el triple su producción.

Es posible programar la producción durante todo el año y mayor facilidad para cosechar las plantas cultivadas que las silvestres. Se protegen las poblaciones silvestres de la sobre explotación y posible peligro de extinción. Se favorece la productividad en zonas con problemas debido a las condiciones desfavorables del medio ambiente.

¿Qué aplicaciones tiene?

Las aplicaciones prácticas de las técnicas de micropropagación son muy

amplias, se está empleando en la producción comercial a gran escala por medio de biofábricas, proporcionando una multiplicación rápida, en tiempo corto y espacio reducido. La micropropagación ha sido empleada exitosamente, tanto en plantas de reproducción vegetativa (no se reproducen con semillas), como en otras especies con semillas difíciles de germinar (Grattapaglia & Machado, 1997; Villalobos & Thorpe, 1991). La micropropagación se ha utilizado en programas de mejoramiento genético, haciendo viable la propagación vegetativa de especies que en condiciones naturales normalmente se reproducen por semillas (Grattapaglia & Machado, 1997). Las técnicas de cultivo *in vitro* han sido útiles para el desarrollo de la ingeniería genética, con el objetivo de mejorar los cultivos para obtener especies altamente productivas, resistentes al estrés del medio ambiente, enfermedades y plagas (Fernández, et al. 2010).

Con estas técnicas se podrían desarrollar plantas transgénicas, a las que se les introducen genes procedentes de otras especies vegetales o de animales o microorganismos, rompiendo así la barrera de la diversidad genética (Carrasco, 1999).

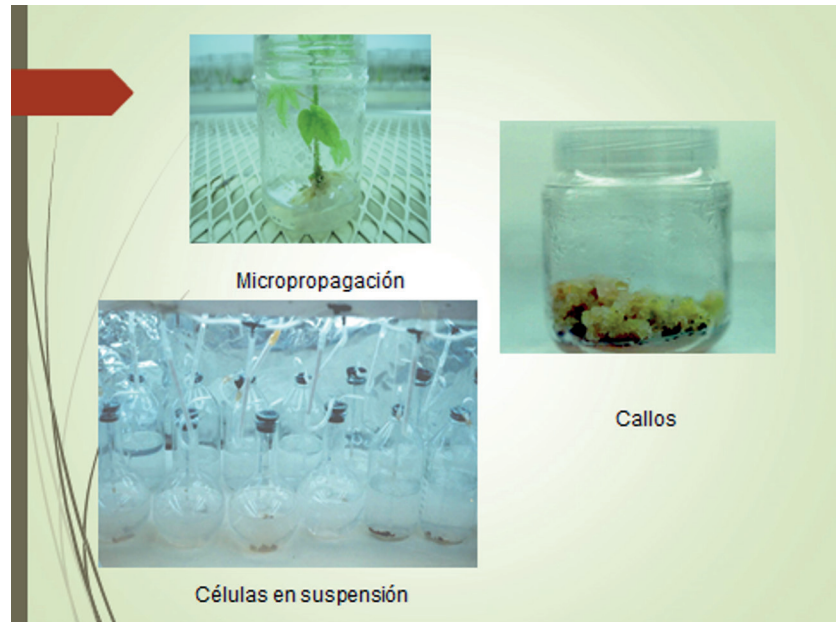


Figura 4. Las alternativas de los cultivos de tejidos pueden ser , micropropagación (multiplicación de plantas), producción de callos (células indiferenciadas que posteriormente pueden rediferenciarse a una planta completa), cultivo de células en suspensión , se emplea para producir compuestos tales como pigmentos, diferentes tipos de proteínas, aminoácidos etc.

Ejemplos del uso de la técnica de cultivo de tejidos para apoyar a la agricultura

De acuerdo a lo explicado anteriormente, en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, se ha aplicado esta técnica en diferentes especies de la región, a continuación, se mencionan algunos ejemplos de plantas que han sido beneficiadas al emplear el cultivo de tejidos.

Tal es el caso de la damiana (*Turnera diffusa*), es una planta que es empleada como medicinal, en infusiones y saborizante de licor, a pesar de que se emplea en la industria, sólo se emplean las plantas silvestres, debido a que no se había podido propagar porque su semilla generalmente no germina,

por estas circunstancias el cultivo de tejidos ha sido de gran utilidad para la micropropagación, ya que además de multiplicar la especie, se protegen las poblaciones silvestres porque se disminuye la extracción excesiva de estas poblaciones, además se pueden seleccionar plantas con características sobresalientes y propagarlas (Alcaraz-Meléndez, et al. 2012) (Fig. 5). Otra planta de interés para las zonas áridas es la jobjoba (*Simmondsia chinensis*) es originaria del Noroeste de México y Suroeste de Estados Unidos de América.

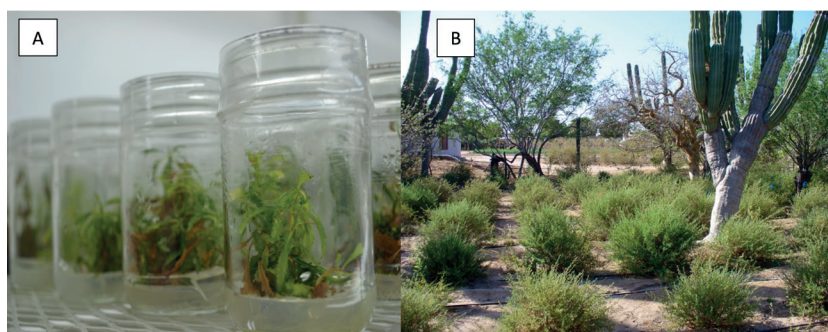


Figura 5. Cultivo de tejidos vegetales de damiana (*Turnera diffusa*). A) Plantas in vitro. B) Plantas de damiana, propagadas por cultivo de tejidos y sembradas en el campo experimental del CIBNOR.

La importancia es debida a que las semillas producen una cera líquida única en el reino vegetal y son plantas dióicas, es decir plantas femeninas y plantas masculinas, sólo las plantas femeninas producen semillas, y esto sucede después de 5 años de edad, por lo que el cultivo de tejidos es una excelente estrategia

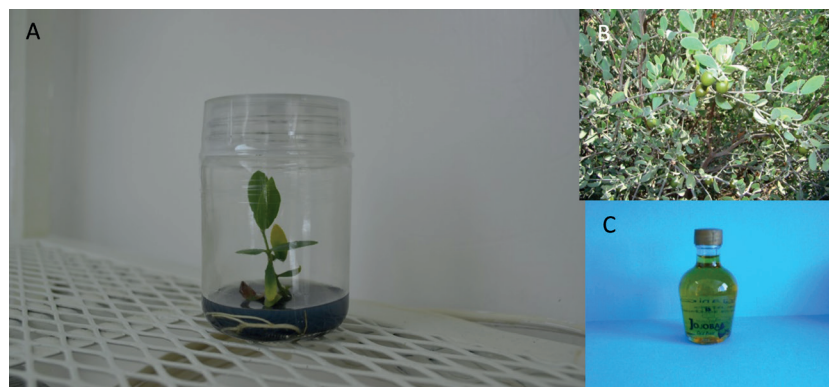


Figura 6. Cultivo de tejidos de jobjoba (*Simmondsia chinensis*). A) Jobjoba in vitro, planta completa con hojas y raíces. B) Planta de jobjoba con frutos. C) Aceite de jobjoba extraído de las semillas, que se emplea en la industria de la cosmetología, de la medicina y como lubricante especializado, principalmente.

para seleccionar y propagar plantas femeninas clonadas, pudiéndose identificadas desde pequeñas sus características (Alcaraz-Meléndez, et al. 2011) (Fig 6). El chiltepín es un chile silvestre muy picante que se desarrolla en el Noroeste de México, con un alto valor agregado; debido a que es silvestre hay gran variabilidad en la producción de frutos es por esto que el cultivo de tejidos vegetales ayuda a que se seleccionen y multipliquen las plantas con mayor producción, mejorando y manteniendo así su producción (Alcaraz-Meléndez, et al. 2007) (Fig. 7). El cultivo de tejidos en papaya (*Carica papaya*) también ha sido de gran ayuda para su propagación ya que al igual que la jobjoba tienen una gran variabilidad genética y produce plantas femeninas, plantas masculinas y hermafroditas (sus flores contienen órganos reproductores tanto femeninos como masculinos en la misma flor), por lo que al hacer una selección de plantas con una alta producción de frutos,

por esta técnica, se favorece su selección y puede incrementar la producción (Fig. 8). Otra forma de ayudar a los agricultores o a la industria agrícola es la selección de plantas tolerantes a la salinidad por medio de cultivo de tejidos, tal es el caso de

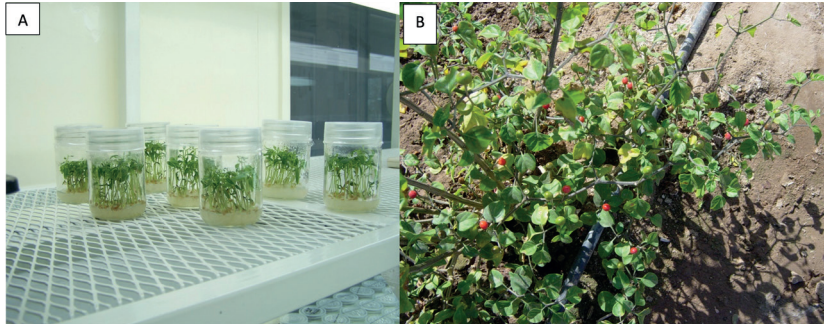


Figura 7. Cultivo de tejidos de chiltepín (*Capsicum annum*, var. *glabriusculum*). A) Producción masiva de chiltepín in vitro. B) Plantas de chiltepín propagadas en cultivo de tejidos y sembradas en el campo experimental del CIBNOR.



Figura 8. Cultivo de tejidos de papaya (*Carica papaya*), procedente de San Bartolo, Baja California Sur.

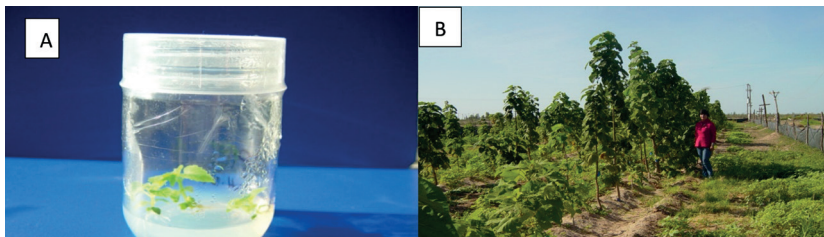


Figura 9. Cultivo de tejidos de paulonia (*Pawlonia* sp.). A) Paulonia en desarrollo in vitro. B) diferentes variedades de Paulonia propagadas en cultivo de tejidos y sembrada en Ciudad Constitución, Baja California Sur.

Paulonia (*Pawlonia*, sp) es un árbol de rápido crecimiento, de madera ligera, que no se apolilla, útil para la producción de guitarras, artesanías, etc. Se prueba su tolerancia a la salinidad incrementando el contenido de cloruro de sodio en el medio de cultivo, hasta observar la concentración que puede tolerar, seleccionando las plantas más tolerantes y micropropagándolas, obteniendo así plantas seleccionadas (Ayala-Astorga y Alcaraz-Meléndez, 2010)(Fig. 9). Estos son algunos ejemplos de especies que se han desarrollado utilizando el cultivo de tejidos, así pues, se pueden desarrollar con esta tecnología una infinidad de plantas obteniéndose plantas mejoradas y seleccionadas que al multiplicarlas en forma masiva se contribuye a un mejor desarrollo de la agricultura y la conservación de las poblaciones silvete.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo técnico de Margarito Rodríguez Álvarez y Sergio Real Cosío, del Laboratorio de Biotecnología Vegetal. A Teodoro Reynoso Granados por su apoyo en la revisión y sugerencias para el desarrollo de este documento. Todos personal del CIBNOR. Al DG. Gerardo Hernández García por el diseño gráfico editorial para este artículo.

Bibliografía

- Alcaraz-Meléndez, L., Real Cosío, S. M., Rodríguez Álvarez, M. 2007. Evaluación en la etapa de aclimatación y trasplante al campo de plantas generadas por cultivo *in vitro* de chile chiltepín (*Capsicum annum*, var. *aviculare*) como alternativa para las zonas semiáridas. Cuarta Convención Mundial de Chile, Querétaro, Querétaro.
- Alcaraz-Meléndez, L., Valdez Zamudio, D., Rodríguez Álvarez, M., Real Cosío, S. M., Meza Sánchez, R., Orduño Cruz, A. 2011. Diagnóstico de la jojoba (*Simmondsia chinensis*, Link C.K. Schneider, en México. Ed. Universidad de Chapingo. pp 100.
- Alcaraz-Meléndez, L., Real Cosío, S. M., Rodríguez Álvarez, M. 2012. Manual de procedimientos para la propagación y el cultivo de damiana *Turnera diffusa* Willd. México. pp 34.
- Ayala-Astorga, G.I. and Alcaraz-Meléndez, L. 2010 Salinity effects on protein content, lipid peroxidation, pigments, and proline in *Paulownia imperialis* (Siebold & Zuccarini) and *Paulownia fortunei* (Seemann & Hemsley) grown *in vitro*. *Electronic Journal of Biotechnology*, September 2010, vol. 13, no. 5. <http://dx.doi.org/10.2225/vol13-issue5-fulltext-13>
- Carrasco J. 1999. Plantas Transgénicas. Butlletí Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonès Nord., IV (3): Sta. Coloma de Gramenet. 1-14.
- Fernández, R., De Guglielmo, Z., Menéndez, A. 2010. Cultivo de tejidos y transformación genética de café. *Revista de Investigación*, (71),57-84. ISSN: 0798-0329. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3761/376140386003>
- Grattapaglia, D.; Machado, M.A. 1997. Micropropagação. In: curso sistemas de micropropagação de plantas, Brasília, 1997. Anais Brasília: EMBRAPA, CNPH p.71-115.
- Haberland G. 1913. Zur physiologie der Zellteilung. *Sitz. Kgl. Preuss. Akad. Wiss. Berlin* 16:318-345.
- Mroginsky L., Sanberro P., Flaschland E. 2010. Establecimiento de cultivo de tejidos vegetales. En: Levitus G., Echenique V., Rubinstein C., Hopp E., Mroginski L. (eds.) *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II*. Ed. ArgenBio, Inst. Nac. De Tecnología Agropecuaria. p17. <http://exa>.

unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/BiotecnologiayMejoramientovegetalII.pdf

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

Soriano Melgar, LL., Alcaraz Meléndez, L., Rodríguez Álvarez, M., Real Cosío, S. M. 2016. Colecta y conservación in vitro y ex situ de recursos fitogenéticos de *Carica papaya* L. *Agroproductividad.* 9(4):28-32

Villalobos, V.M. y T.A. Thorpe. 1991. Micropropagación: conceptos, metodología y resultados. En: W. M. Roca y L.A. Mroginski (Ed). *Cultivo de Tejidos en la Agricultura. Fundamentos y Aplicaciones.* C1AT. Colombia. Pp. 127-141.

Webster J. M. 1966. Production of oat callus and its susceptibility to a plant parasitic nematode. *Nature* 212(5069):1472.

Imágen: De Kelvinsong - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=26107422>

Cita de artículo:

Alcaraz Meléndez L. 2021. Cómo el cultivo de tejidos vegetales ayuda a la conservación y desarrollo de plantas de interés económico. *Recursos Naturales y Sociedad*, 2021. Vol. 7 (3): 147-155. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2021.07.07.03.0011>

Sometido: 19 de mayo de 2021

Revisado: 26 de junio de 2021

Aceptado: 10 de julio de 2021

Editor asociado: Dr. Carlos Angulo

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández