




Investigaciones en Cultivos Frutícolas No Tradicionales en el Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Research in Non-traditional Fruit Crops at the Biotechnology Research Center of Costa Rica Institute of Technology

Alexander Schmidt-Durán¹, Carlos Alvarado-Ulloa²,
Randall Chacón-Cerdas³, Dora Flores-Mora⁴

Schmidt-Durán, A; Alvarado-Ulloa, C; Chacón-Cerdas, R; Flores-Mora, D. Investigaciones en Cultivos Frutícolas No Tradicionales en el Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Especial 2019. 25 Aniversario del Centro de Investigación en Biotecnología. Pág 22-29.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i9.4623>

- 1 Ingeniero en Biotecnología. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: aschmidt@tec.ac.cr.  <https://orcid.org/0000-0002-1061-6840>
- 2 Ingeniero en Biotecnología. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: calvarado@tec.ac.cr.  <https://orcid.org/0000-0002-3739-2701>
- 3 Ingeniero en Biotecnología. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: rchacon@tec.ac.cr.  <https://orcid.org/0000-0002-5364-4649>
- 4 Ingeniera Agrónoma. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Profesora pensionada. Correo electrónico: doramariafloresm@gmail.com



Palabras clave

Mora; higo; membrillo; tomate de árbol; cultivos frutícolas.

Resumen

El grupo de investigación de cultivos frutícolas no tradicionales del Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) se ha abocado a la tarea de diversificar la oferta agrícola del país, generando conocimiento en ciertos cultivos con potencial de desarrollo. Ante esto, se han realizado investigaciones en los cultivos de higo, mora, membrillo y tomate de árbol, en temas relacionados con el cultivo *in vitro* de las especies, su manejo agronómico, plagas y enfermedades, caracterización molecular de especies y variedades, control biológico, agroindustria y, más recientemente, en el entendimiento de los procesos fisiológicos, patológicos y metabólicos de la planta, relacionados con los mecanismos de defensa ante el ataque de patógenos y en la producción de compuestos de interés nutracéutico. El grupo de investigación trabaja con el fin de generar paquetes tecnológicos para los agricultores, con el fin de mejorar la producción de estos cultivos en el país.

Keywords

Blackberry; fig; quency; tamarillo; fruits crops.

Abstract

The non-traditional fruit crop research team at the Biotechnology Research Center (CIB) of Costa Rica Institute of Technology (TEC) has engaged in the task of diversifying the country's agricultural offer, generating knowledge related to certain crops that have considerable commercial potential. Therefore, research studies related to fig, blackberry, quency, and tamarillo crops have been performed, including *in vitro* culture of the plant species; their agronomical management; plagues and diseases; molecular characterization of the plant species and their varieties; biological control; agroindustry and, most recently, in understanding the physiologic, pathologic, and metabolic processes of the plants, related to the defense mechanisms from pathogen attacks and the production of nutraceutical compounds of interest. The research team works in generating technological packages for farmers, in order to enhance the nationwide production of these crops.

Introducción

Las nuevas tendencias de los mercados mundiales, así como la dinámica de la reestructuración productiva, han afectado sectores que han sido tradicionalmente la base para la economía nacional y regional, obligando a los pequeños y medianos productores de países en vías de desarrollo, como Costa Rica, a diversificar su oferta productiva. No obstante, para que esto sea una realidad, es necesaria la integración de los sectores industrial, académico y gubernamental, de forma que unan esfuerzos para desarrollar técnicas innovadoras y las incorporen a sus sistemas productivos, con el fin de obtener mayores rendimientos, se incremente la calidad, y se garantice una mayor competitividad en los mercados en donde participen.

El grupo de investigación de cultivos frutícolas no tradicionales, perteneciente al Centro de Investigación en Biotecnología (CIB) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), ha trabajado por más de 15 años con diferentes cultivos de esta naturaleza, con el fin de dar alternativas

de desarrollo a los productores y agricultores. Los proyectos de investigación realizados y aquellos que se encuentran en ejecución, se han desarrollado de manera intra-, inter- y transdisciplinariamente, entre miembros de la Escuela de Biología, funcionarios del TEC de otras escuelas y disciplinas, así como investigadores de otras universidades estatales, laboratorios o incluso, con científicos internacionales. Entre los cultivos frutales explorados se encuentran el higo (*Ficus carica*), la mora (*Rubus adenotrichos*), el membrillo (*Cydonia oblonga*) y el tomate de árbol (*Solanum betaceum*), siendo los dos primeros donde se han centrado los mayores esfuerzos de investigación.

Cultivo del higo

El higo (*F. carica*) tradicionalmente ha sido propagado por acodos aéreos y estacas, en países como España, Turquía, Portugal y Brasil, donde miles de hectáreas son destinadas al cultivo de esta planta [1]. En Costa Rica, el cultivo del higo se ha venido trabajando como una alternativa productiva para la zona norte de Cartago, en donde se han estudiado temas relacionados con la implementación de técnicas de producción *in vitro* de material, establecimiento de plantaciones, definición de distancias de siembra, fertilización, y manejo de podas, plagas y enfermedades que afectan al cultivo.

En el 2009 se logró desarrollar el proceso de micropropagación del higo (figura 1a), desarrollando la metodología de establecimiento *in vitro*, micropropagación, enraizamiento y aclimatación de las plantas [2]. Estas técnicas permitieron obtener una gran cantidad de material vegetal de alta calidad, en períodos de tiempo más cortos y libre de enfermedades, las cuales pueden ser utilizada como material de siembra para establecer procesos productivos agrícolas con plantas seleccionadas. Incluso, se investigó sobre el efecto de los nanotubos de carbono aplicados en el medio de cultivo de vitroplantas de higo, con el fin de evaluar el transporte y el acarreo de sustancias al interior de la planta. En este estudio se pudo concluir que los nanotubos de carbono mejoran el crecimiento general de la planta, aumentando la rapidez con que las raíces se producen, sin afectar significativamente la cantidad de raíces totales, en las plantas *in vitro* evaluadas [3] [4].

Posteriormente, en un trabajo multidisciplinario, se evaluó el crecimiento y el desarrollo del cultivo en la zona Norte de Cartago durante dos años de crecimiento de las plantas obtenidas en el laboratorio (figura 1b) [5]. Sin embargo, al realizar la misma evaluación en una zona climática diferente, con altas temperaturas y precipitaciones abundantes, más parecida a las que está el cultivo en los países europeos, como lo es Turrubares, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en sus respuestas, con plantas con mayor crecimiento, producción y vigor en general; sin embargo, al mismo tiempo, siendo más susceptibles a enfermedades fitopatógenas, especialmente las que atacan raíz y tallo.

Siguiendo con las investigaciones en el cultivo del higo, se realizó un diagnóstico de las principales plagas y enfermedades que lo atacan, en las diferentes zonas de producción del país. En el estudio se lograron encontrar plagas, enfermedades, nematodos y plantas parásitas que afectan al cultivo [6], muchas de las cuales no habían sido previamente reportadas por el Servicio Fitosanitario del Estado costarricense. Este diagnóstico actualiza la información existente sobre las patologías en este cultivo, permitiendo establecer estrategias de control con el fin de aumentar los rendimientos del higo e incrementando el estado de la técnica sobre este frutal en Costa Rica.

Adicionalmente, se lograron identificar bacterias endófitas en el cultivo del higo [7], así como la presencia del Virus del Mosaico de la Higuera en tres variedades foráneas [8]. En el primer estudio, se logró aislar e identificar microorganismos endófitos en el cultivo, los cuales actualmente están siendo estudiados como potenciales biocontroladores de enfermedades que

atacan este cultivo. Por otro lado, se ha demostrado que en el país no existe la presencia del Virus del Mosaico de la Higuera (FMV) ni la del vector de transmisión *Aceria ficus*; además, en Costa Rica sólo se encuentra una variedad de higo, la cual se conoce como “Brown Turkey” [9]. Sin embargo, ante la posibilidad de que nuevas variedades del higo sean introducidas al país con la presencia de este virus, el cual es la principal enfermedad en este cultivo, se realizó un protocolo de detección molecular y microscópica del mismo, con el fin de que sirva de base para estudios posteriores de variedades foráneas que se deseen ingresar al país. Para realizar dicho estudio, el material vegetal se obtuvo de un invernadero del Centro de Investigación en Biotecnología, el cual contaba con diferentes variedades de higo en estado cuarentenario, infectadas con el FMV.

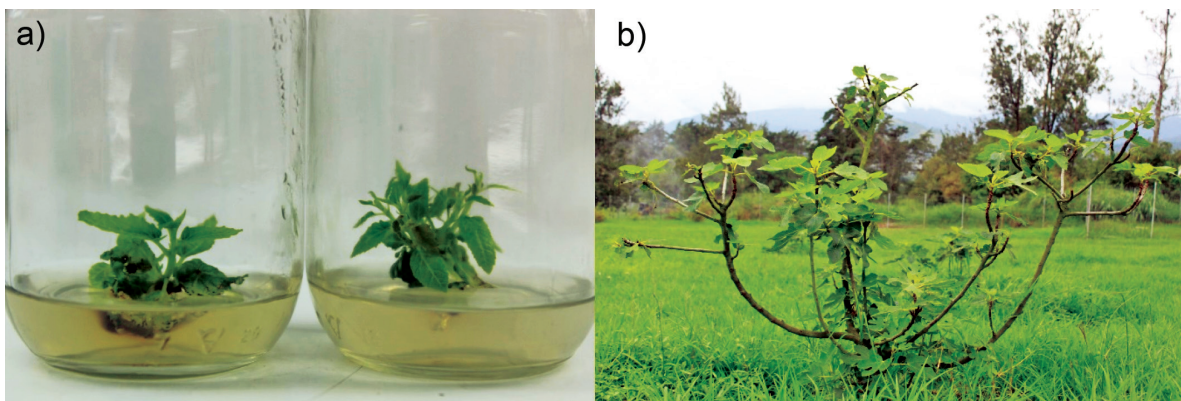


Figura 1. Cultivo del higo (*Ficus carica*) en micropropagación (a) y en campo (b).

Cultivo de la mora

En América Central, Costa Rica es uno de los mayores productores de mora, cultivando principalmente las especies *Rubus glaucus* y *Rubus adenotrichos*, en donde sobresale la especie *Rubus adenotrichos* de la zona de Los Santos, por su alto contenido de polifenoles (antocianinas y elagitaninos), flavonoides y otros ácidos fenólicos, caracterizados por eliminar los radicales libres en estudios realizados por las universidades estatales [10] [11]. Bajo esta premisa, se desarrolla actualmente una investigación con el objetivo de generar un bioproceso para obtener estos compuestos bioactivos en biorreactor de tanque agitado, ya que los cultivos celulares permiten obtener altas concentraciones de los compuestos antioxidantes especialmente cuando se emplean biorreactores [12].

El primer paso para generar un escalamiento en este tipo de equipo es la inducción de calogénesis y el establecimiento de suspensiones celulares [12], por lo que el grupo de investigación generó la metodología que le permitiera obtener callos friables y suspensiones celulares a partir de segmentos foliares [13]. En este momento, se continúa con las investigaciones de los compuestos, generando suspensiones de alta densidad, analizando los compuestos de interés e iniciando su producción en biorreactor.

Adicionalmente, en el cultivo mora se ha trabajado con investigadores de la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional (UNA) y la Universidad Estatal a Distancia (UNED) en diferentes áreas tales como el manejo agronómico (figura 2a), el cultivo *in vitro*, estabilidad genética, plagas, enfermedades, control biológico, microscopía electrónica, nanotecnología, y agroindustria.

En el área de cultivo de tejidos vegetales de la mora (figura 2b), se desarrollaron todos los procesos que involucra esta tecnología, desde el establecimiento *in vitro* a partir de material de campo seleccionado, hasta la micropropagación, el enraizamiento y aclimatación [4]. Al igual que se hizo con el cultivo del higo, se realizaron ensayos *in vitro*, para evaluar el efecto de nanotubos de carbono en el enraizamiento y el crecimiento de plantas de mora en condiciones *in vitro* [14], obteniendo resultados similares, resultando en plantas de mayor tamaño y más vigorosas, con raíces que emergían más rápidamente y con un desarrollo metabólico celular más avanzado y especializado [4].

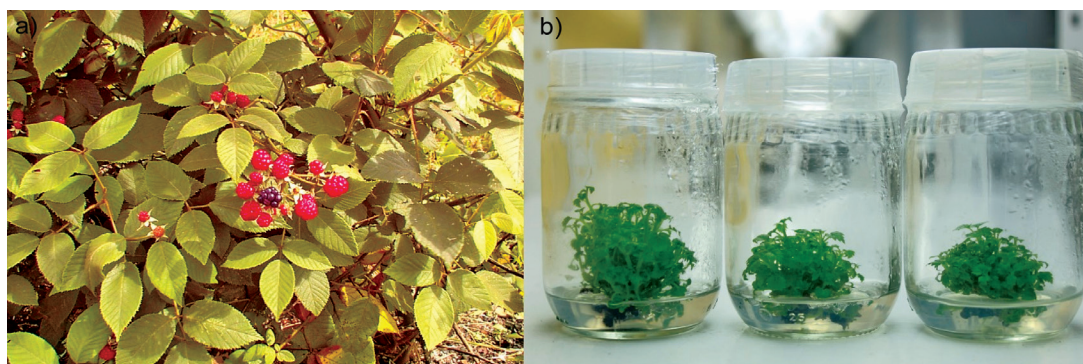


Figura 2. Mora (*Rubus adenotrichos* Schldl.) en una planta en campo (a) y en cultivo de tejidos (b).

Cultivo del membrillo

El membrillo (*Cydonia oblonga*) es un árbol cuyos frutos poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiulcerosas [15]. Es una especie proveniente del sur de Europa y Asia [16]. En el CIB se ha trabajado en el cultivo *in vitro* del mismo, en donde se desarrollaron los protocolos de micropropagación (figura 3), el enraizamiento por medio de un sistema de inmersión temporal automatizada (RITA®), y la aclimatación [17]. Además, se logró realizar una determinación molecular de accesiones, lo que permitió encontrar secuencias altamente específicas de la especie, que presentaran variabilidad genética entre variedades, con el fin de generar una metodología de identificación de nuevas especies [18].



Figura 3. Cultivo *in vitro* del membrillo (*Cydonia oblonga*)

Cultivo del tomate de árbol

En relación con el tomate de árbol (*Solanum betaceum*), se ha desarrollado el cultivo *in vitro* de una variedad nombrada comúnmente como “fenotipo naranja”, el cual presenta potencial como frutal para su consumo fresco y procesado [19]. Se logró desarrollar el establecimiento *in vitro*, la micropropagación y el enraizamiento de este cultivo (figura 4a). Además, se han podido aclimatar plantas, las cuales han sido evaluadas en el Campo Frutícola del CIB (figura 4b). Sin embargo, se ha visto la gran susceptibilidad de este cultivo a enfermedades del suelo, como es *Phytophthora* sp., lo cual puede ser un problema potencial como alternativa frutícola.



Figura 4. Plantas en micropropagación (a) y frutos en campo (b) del tomate de árbol (*Solanum betaceum*).

Campo frutícola

El CIB cuenta con un área de campo de 2258 m² denominada *Campo Frutícola*, destinada al cultivo de diferentes variedades del cultivo del higo, libres del FMV, la variedad “Vino” de la mora (*Rubus adenotrichos*), el tomate de árbol y el membrillo (figura 5). Dicho campo tiene como objetivo contar con material vegetal para las diferentes investigaciones, así como proveer un sistema de conservación de germoplasma *ex situ* de los materiales investigadores que presentan potencial en el país. El campo frutícola cuenta con un vivero para el material en campo y una bodega. Se espera poder tener una mayor cantidad de frutales no tradicionales y expandir las especies presentes.

Conclusiones

El grupo de investigación de cultivos frutícolas no tradicionales perteneciente al CIB, ha trabajado con materiales seleccionados de higo, mora, tomate de árbol y membrillo, con miras a generar nuevo conocimiento en las áreas de cultivo *in vitro*, caracterización morfológica y molecular, fitopatología, cultivo celular, metabolitos secundarios y manejo agronómico, con el objetivo de generar publicaciones científicas y paquetes tecnológicos de los que puedan beneficiarse los agricultores de dichos cultivos y aquellos que pertenecen a las cadenas productivas de estos. El trabajo realizado alrededor de los cultivos frutícolas no tradicionales ha permitido relacionar diferentes sectores sociales y ha contribuido con el aporte de tecnologías que mejoran la productividad y la calidad de estos cultivos.



Figura 5. Vista aérea del campo frutícola marcada en roja. El edificio ubicado en la esquina superior de la foto es el CIB.

Referencias

- [1] P. Melgarejo, *El cultivo de la higuera (Ficus carica L)*, Madrid, España: Madrid Vicente Ediciones, 1999.
- [2] D. Flores-Mora, V. Jiménez-Bonilla, y R. Chacón-Cerdas, "Cultivo de tejidos en *Ficus carica* con miniestacas", *Agronomía Mesoamericana*, vol. 20 n.º 2, pp. 319-325, 2009.
- [3] D. Flores, J. Chaves, R. Chacón, y A. Schmidt, "A novel technique using SWCNTs to enhance development and root growth of fig plants (*Ficus carica*)", *NSTI-Nanotech*, vol. 3, pp. 167-170, 2013.
- [4] D. Flores, R. Chacón, L. Moreira, J. Argüello, S. Barboza, R. Orozco, H. Villalobos, F. Albertazzi, M. Montero, A. M. Pérez, J. Rosales, A. Segreda, V. Jiménez, R. Buró, y W. Villalobos, *El Cultivo del Higo (Ficus carica) en Costa Rica*, San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad Estatal a Distancia, 2011.
- [5] R. Orozco-Rodríguez, R. Chacón-Cerdas, J. Rosales-Flores, F. Arguello-Delgado, A. Schmidt-Durán, L. Alvarado-Marchena, C. Alvarado-Ulloa, y D. Flores-Mora, "Description of the growth and development of the fig tree (*Ficus carica*) and its environmental interaction in Costa Rica", *Acta Horti*, vol. 1173, pp. 221-226, 2017.
- [6] G. Rivera, A. Schmidt, C. Chacón, C. Alvarado, L. Alvarado, y D. Flores, *Guía de las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo del higo en Costa Rica*, Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2016.
- [7] L. Alvarado-Marchena, A. Schmidt-Durán, C. Alvarado-Ulloa, R. Chacón-Cerdas, y D. Flores-Mora, "Molecular characterization of the endophytic bacteria found in the fig crops (*Ficus carica* var. Brown Turkey) in Costa Rica", *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 11, n.º 7, pp. 290-297, 2016.
- [8] L. Alvarado-Marchena, R. Chacón-Cerdas, A. Schmidt-Durán, C. Alvarado-Ulloa, y D. Flores-Mora, "Determining the presence of the Fig Mosaic Virus (FMV) in three varieties of *Ficus carica* L. in Costa Rica", *Journal of Agricultural and Biological Science*, vol. 11, n.º 11, pp. 431-436, 2016.
- [9] L. Moreira, W. Villalobos, y R. Buro, "Enfermedades virales de la higuera", en *El cultivo del higo (Ficus carica) en Costa Rica*, 1ra ed., D. Flores R. Chacón, L. Moreira, F. Argüello, S. Barboza, R. Orozco, H. Villalobos, F. Albertazzi M. Montero, A.M. Pérez, J. Rosales, A.C. Segreda, V. Jiménez, R. Buro y W. Villalobos, Ed. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2011.

- [10] O. Acosta-Montoya, F. Vaillant, S. Cozzano, C. Mertz, A.M. Pérez, y M. Castro, "Phenolic content and antioxidant capacity of tropical Highland blackberry (*Rubus adenotrichos* Schlttdl.) during three edible maturity stages", *Food Chemistry*, vol. 119, pp. 1497-1501, 2010.
- [11] C. Mertz, A.L. Gancel, Z. Gunata, P. Alter, C. Dhuique-Mayer, F. Vaillant, A.M. Pérez, J. Ruales, y P. Brat, "Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits", *Journal of food composition and analysis*, vol. 22, pp. 381-387, 2009.
- [12] R. Verpoorte, y H. ten Hoopen, *Basic Biotechnology: Plant cell biotechnology*, 3era ed., C. Ratledge, y B. Kristiansen, Ed. Cambridge, Gran Bretaña: Cambridge University Press, 2006.
- [13] A. Schmidt-Durán, C. Alvarado-Ulloa, R. Chacón-Cerdas, L. Alvarado-Marchena, y D. Flores-Mora, "Callogenesis and cell suspension establishment of tropical Highland blackberry (*Rubus adenotrichos* Schlttdl.) and its microscopic analysis", *Springer Plus Journal*, vol. 5, pp. 1717, 2016.
- [14] D. Flores, R. Chacón, L. Alvarado, A. Schmidt, C. Alvarado, y J. Chaves, "Effect of using two different types of carbon nanotubes of blackberry (*Rubus adenotrichos*) *in vitro* plant rooting growth and histology", *American Journal of Plant Science*, vol. 5, pp. 3510-3518, 2014.
- [15] J. Postman, "Cydonia oblonga: The unappreciated quince", *Arnoldia*, vol. 67, n.º 1, pp. 2-9, 2009.
- [16] O. Rop, J. Balik, V. Reznicek, T. Jurikova, P. Skardova, P. Salas, J. Sochor, J. Mlcek, y D. Kramarova, "Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars", *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 29, n.º 1, pp. 65-73, 2011.
- [17] D. Flores-Mora, R. Chacón-Cerdas, L. Alvarado-Marchena, A. Schmidt-Durán, y C. Alvarado-Ulloa, C. "Enraizamiento de vitroplantas de membrillo (*Cydonia oblonga*) por medio de inmersión temporal automatizada y su aclimatación", *Rev. Bras. Frutic.*, vol. 37, n.º 3, pp. 739-747, 2015.
- [18] L. Alvarado-Marchena, D. Flores-Mora, R. Chacón-Cerdas, A. Schmidt-Durán, y C. Alvarado-Ulloa, "Caracterización molecular de dos accesiones de *Cydonia oblonga*", *Agronomía Mesoamericana*, vol. 26, n.º 2, pp. 351-354, 2015.
- [19] R. Chacón-Cerdas, D. Flores-Mora, L. Alvarado-Marchena, A. Schmidt-Durán, y C. Alvarado-Ulloa, "Cultivo *in vitro* del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav) Sendt.) fenotipo naranja proveniente de Costa Rica", *Tecnología en marcha*, Edición especial IV Encuentro de Investigadores, pp. 45-55, 2014