

# Proceso Visionario hacia el Desarrollo Biotecnológico

## Visionary Process towards Biotechnological Development

Elizabeth Arnáez-Serrano<sup>1</sup>, Ileana Moreira-González<sup>2</sup>,  
Silvana Alvarenga-Venutolo<sup>3</sup>, Ana Abdelnour-Esquivel<sup>4</sup>,  
Dora Flores-Mora<sup>5</sup>, Miguel Rojas-Chaves<sup>6</sup>

Arnáez-Serrano, E; Moreira-González, I; Alvarenga-Venutolo, S; Abdelnour-Esquivel, A; Flores-Mora, D; Rojas-Chaves, M. Proceso Visionario hacia el Desarrollo Biotecnológico. *Tecnología en Marcha*. Vol. 32 Especial. Setiembre 2019. 25 Aniversario del Centro de Investigación en Biotecnología. Pág 6-11.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v32i9.4614>

- 1 Costarricense. Bióloga. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [earnaez@tec.ac.cr](mailto:earnaez@tec.ac.cr)  
 <https://orcid.org/0000-0003-4058-4429>
- 2 Costarricense. Bióloga. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Profesora pensionada. Presidenta del Colegio de Biólogos de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [ilea2757@gmail.com](mailto:ilea2757@gmail.com)  
 <https://orcid.org/0000-0001-9426-0986>
- 3 Costarricense. Bióloga. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Profesora pensionada.
- 4 Costarricense. Ingeniera Agrónoma. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [aabdelnour@tec.ac.cr](mailto:aabdelnour@tec.ac.cr).  <https://orcid.org/0000-0002-8951-685>
- 5 Costarricense. Ingeniera Agrónoma. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Profesora pensionada. Correo electrónico: [doramariafloresm@gmail.com](mailto:doramariafloresm@gmail.com)
- 6 Costarricense. Microbiólogo. Centro de Investigación en Biotecnología, Escuela de Biología, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica. Correo electrónico: [mirojas@tec.ac.cr](mailto:mirojas@tec.ac.cr).  <https://orcid.org/0000-0002-4770-5003>



## Palabras clave

Biotecnología; biomedicina; biotecnología ambiental; biotecnología vegetal; desarrollo de la biotecnología.

## Resumen

El Centro de Investigación en Biotecnología (CIB), creado en 1994, es la unidad de investigación de la Escuela de Biología del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Como ente investigador, el CIB ofrece a la sociedad una serie de servicios técnicos especializados, como producto del conocimiento obtenido a lo largo de una cantidad creciente de proyectos de investigación, que se han desarrollado enfocados en las tres áreas de investigación: Biotecnología Vegetal, Biotecnología Ambiental y Aplicaciones Biomédicas. Durante los 25 años de su funcionamiento, los investigadores han mostrado un fuerte compromiso para generar ciencia y tecnología con impacto a nivel nacional e internacional. Adicionalmente, las diferentes iniciativas de cooperación entre este centro y otras instituciones son una muestra clara de la dinámica de crecimiento de esta unidad de investigación, tanto en el número de proyectos como en el nivel de los mismos, siendo referente a nivel nacional y regional.

## Keywords

Biotechnology; biomedicine; environmental biotechnology; plant biotechnology; development of biotechnology.

## Abstract

The Biotechnology Research Center (CIB), created in 1994, is the research unit of the School of Biology of the Costa Rica Institute of Technology. As a research entity, CIB offers a series of specialized technical services, which resulted from the knowledge gained through a growing number of research projects developed on three research fields: Plant Biotechnology, Environmental Biotechnology and Biomedical Applications. During the 25 years of its operation, researchers at CIB have shown a strong commitment towards creating science and technology with national and international impact. Additionally, the different cooperation initiatives between this center and other institutions are a clear example of the growth dynamics of this research unit, both in the number of projects and their scientific level, thus becoming a reference at national and regional level

## Introducción

La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos [1]. Basada en esta definición, la existencia de esta disciplina se remonta a miles de años atrás con la fabricación de cervezas, quesos y vinos, el cultivo de vegetales, así como el uso doméstico de animales. Aunque el término fue acuñado por el Ingeniero Agrónomo Karl Ereky en 1917, su empleo se popularizó en la década de los años 70 al empezar la manipulación genética de organismos [2]. En Costa Rica, comienzan esfuerzos aislados en instituciones públicas y empresas privadas en la década de los ochenta, esencialmente en la biotecnología vegetal [2]. De manera visionaria, se funda en 1994 en el TEC, el primer centro costarricense dedicado a la investigación en biotecnología; asimismo, tres años después se

abre la carrera de Ingeniería en Biotecnología. Biotecnología fue ubicada como uno de los pilares de desarrollo en la Estrategia Siglo XXI en el 2006 [3]; fue decretada de interés nacional en el 2012; y es uno de los sectores estratégicos escogidos para el desarrollo de las zonas francas. Adicionalmente se estableció como una de las áreas prioritarias de Planes Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014 y 2015-2021 [4] [5].

La vocación investigativa del cuerpo docente de la Escuela de Biología consolidó el CIB, mediante la formulación y realización creciente de proyectos, de los cuales se han realizado 119 solo en la última década. A continuación se presenta una sinopsis, donde se relata el proceso del desarrollo de la biotecnología en el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## Creación del Centro de Investigación en Biotecnología (CIB)

A partir de 1976 se iniciaron las carreras de ingeniería en el campo agroforestal en el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC); desde entonces, se impartieron cursos de biología y genética, gracias a biólogos que laboraban en el denominado Departamento de Química (hoy Escuela de Química). En 1982 fue creada la denominada “Área de Biología” con dos funcionarios: Benjamín Mora (como Coordinador) y Silvana Alvarenga, la cual amplió su oferta académica y conllevó por ello a contratar más biólogos. Además, los funcionarios de esta área realizaron esfuerzos para promover y desarrollar investigaciones conjuntas, con académicos de otras disciplinas y escuelas del TEC, que se iniciaron formalmente en 1986, con la participación de Benjamín Mora y Elizabeth Arnáez en proyectos de investigación y extensión en el campo ambiental, en colaboración con profesionales de las Escuelas de Química y de Cultura y Deporte del TEC.

En el año 1987, la bióloga Silvana Alvarenga inicia su capacitación en cultivo de tejidos vegetales en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Extensión (CATIE), donde realizó sus estudios de posgrado (Maestría) en Fitomejoramiento (1988-1990), desarrollando su trabajo de tesis en cultivo *in vitro* de chayote. Ya en el año 1989, el TEC enfrentaba retos con nuevas carreras ingenieriles y reformas en mallas curriculares que propiciaban un terreno fértil en el campo biológico. Esos cambios llevaron a algunos profesores del TEC a asumir procesos de formación, realizando maestrías en el campo de la Biotecnología (entre ellos, Olman Murillo, Tomás Palma y Nancy Hidalgo), quienes regresaron con una mentalidad clara de fomentar la investigación en el área Vegetal. A su vez, Ileana Moreira y Elizabeth Arnáez comenzaron a generar experiencia en investigaciones de campo con especies forestales nativas.

Bajo el apoyo de Ricardo Aguilar, en ese entonces Oficial de Proyectos de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE), se conformó un grupo de investigadores con miras a plantear una estrategia de trabajo futuro en el campo de la Biotecnología. Luego de un arduo esfuerzo, se concretó el denominado “Programa de Biotecnología y Recursos Genéticos”, coordinado por Ileana Moreira González. En este período se concretaron trabajos conjuntos en temas como mejoramiento genético (Olman Murillo), cultivo *in vitro* de raicilla (Nancy Hidalgo, Tomás Palma e Ileana Moreira) y domesticación de especies forestales nativas (Ileana Moreira y Elizabeth Arnáez).

Entretanto, el personal del Área de Biología de ese entonces (Antero Muñoz, Elizabeth Arnáez, Braulio Vílchez, Fiorella Donato e Ileana Moreira), iniciaron el planteamiento de la creación de la Escuela de Biología, a la cual se sumó Silvana Alvarenga una vez finalizados sus estudios de posgrado, y fue aprobado el 4 de septiembre de 1991 (Asamblea Institucional Representativa, sesión 023-91), con la profesora Alvarenga como su primera directora.

En 1992, con fondos del BID-CONICIT, se desarrolló el proyecto de investigación “Micropropagación *in vitro* y establecimiento en el campo de fenotipos seleccionados de chayote (*S. edule*)”, coordinado por Silvana Alvarenga y con la participación de Nancy Hidalgo.

Este proyecto aportó los recursos para el equipamiento del laboratorio de biotecnología y sirvió de base para iniciación formal de las investigaciones, transferencia de tecnología, y venta de servicios biotecnológicos. La cantidad de propuestas de investigación aumentó, por lo que incorporó la investigadora Anabelle Muñoz.

Para diciembre de 1993 ya se disponía de un plan estratégico, razón por la cual se unificaron esfuerzos para avanzar en una propuesta de creación de un centro de investigación. Esto se vio acompañado de la reestructuración del proceso investigativo del TEC, relacionado a la conformación de centros de investigación institucionales y propuesto por la administración del Rector Arturo Jofré y su Vicerrector de Investigación Ricardo Aguilar.

En 1994 fungió Silvana Alvarenga como directora de la Escuela de Biología y se incorporaron dos profesionales más: Ana Abdelnour y Dora Flores. En ese mismo año, empleado la información y materiales producidos por el equipo del Programa de Investigación y Extensión en Biotecnología, se presentó la solicitud de creación del CIB, la fue aprobada el 10 de marzo del 1994 en la sesión 1748, Art. 7, del Consejo Institucional del TEC, siendo Dora Flores su primera coordinadora. Es importante mencionar que, debido a que la normativa institucional de la época no permitía que los centros fueran inter-escuelas, se acordó la adscripción del nuevo centro a la Escuela de Biología del TEC, por lo que algunos investigadores que acompañaron el proceso se integraron a otros centros; tal fue el caso Olman Murillo al Centro de Investigación en Innovación Forestal (CIF), Tomás Palma al Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Sostenible para el Trópico Húmedo (CIDASTH), y la Ing. Nancy Hidalgo se integró al trabajo del CIB, debido a que la Escuela de Ingeniería Agrícola no contaba con un centro de investigación.

La primera visión del CIB fue *“Ser un centro de investigación y transferencia que utiliza la biotecnología para el mejoramiento de la calidad de vida”*. La **misión** fue: *“Desarrollar investigación y ofrecer soluciones biotecnológicas pertinentes y de excelencia a través del trabajo multidisciplinario comprometido con la sociedad”*. En suma, el CIB buscaba generar investigación de alto nivel para transferir el conocimiento académico y los avances en biotecnología a la sociedad y hacer frente a los retos del siglo 21.

Ya como centro de investigación debidamente constituido, se logró aumentar paulatinamente la cantidad de proyectos de investigación. Así, con la participación de Ana Abdelnour, Dora Flores y Jaime Brenes, se fortaleció el área de Biotecnología Vegetal, con investigaciones en el campo de la micropropagación y crioconservación de papa, mora, orquídeas, plantas forestales y otras especies de importancia económica. Entretanto, Elizabeth Arnáez e Ileana Moreira trabajaron con especies forestales nativas dentro de un proyecto de la Agencia de Cooperación Alemana (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, GTZ), denominado COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero).

En sus inicios, el CIB estuvo localizado en un laboratorio del Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) de la Escuela de Química, compartido con Sayra Navas; sin embargo, las actividades de investigación se tornaron incompatibles debido a los tipos de muestras procesadas. Por ello, el equipo, materiales y utensilios, fueron trasladados a un espacio ubicado en el edificio de Maderas, frente al antiguo aserradero, gracias a la desinteresada colaboración de Olman Murillo, quien se desempeñaba como director de la Escuela de Ingeniería Forestal, y quien otorgó el uso de este espacio de 30 m<sup>2</sup>, sin límite de tiempo, para colocar el cuarto de preparación de medios y el cuarto de transferencia y crecimiento para micropropagación, ubicados en un mismo lugar.

La creación del CIB permitió consolidar las áreas de investigación prioritarias que sirvieron de apoyo para la creación de un programa de grado en Biotecnología, que pretendía cubrir el vacío existente en este campo en Costa Rica, ya que en ese momento no existía un plan de estudios en esta disciplina en el país, ni en la región centroamericana. A partir de ahí nació

el programa de Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología (IBio) en el TEC. El 15 de octubre de 1996, el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) aprobó la propuesta para la creación la carrera de Ingeniería en Biotecnología (IBio) en su grado de bachillerato (Sesión 27-96, artículo 6). Al año siguiente se inició esta opción académica en el Campus Central del TEC, para ofrecer una opción a nivel nacional y regional, con énfasis en el cultivo de tejidos vegetales y los recursos fitogenéticos.

Posteriormente, en la gestión de Ileana Moreira como directora de la Escuela de Biología, se inauguró en 1999 un nuevo edificio de investigación de 600 m<sup>2</sup>, el cual pronto resultó insuficiente. El incremento sostenido de proyectos condujo al necesario aumento del espacio físico y mejores condiciones para la investigación. Por esta razón, en junio del 2011, siendo Jaime Brenes director de la Escuela de Biología, se aprobó la construcción de una nueva edificación para el CIB, la cual, incluyendo los 194 m<sup>2</sup> ya existentes del área de Aplicaciones Biomédicas, y junto con los invernaderos y estanques, suman una superficie de poco más de 15000 m<sup>2</sup>. Adicionalmente, se dispone desde el 2010 de un campo frutícola de 2200 m<sup>2</sup>, también en el Campus Central del TEC.

Durante estos 25 años de investigación en el CIB, se han establecido iniciativas de cooperación con otras instituciones nacionales e internacionales. Fruto de esta interacción se formaron las áreas de investigación en Biotecnología Ambiental y Aplicaciones Biomédicas, las cuales fortalecieron el área de Biotecnología Vegetal, presente desde sus inicios. Se ha trabajado en el desarrollo de técnicas biotecnológicas modernas, como es el caso de cultivos celulares vegetales para la búsqueda de compuestos bioactivos mediante producción escalonada; análisis molecular de microorganismos, virus y plantas; así como proyectos relacionados con la generación de bioenergías haciendo uso de cultivos no alimenticios y de microalgas, proyectos para la evaluación de biocontroladores de diferentes organismos patógenos en la agricultura, y el uso de nanopartículas para promover resistencia y crecimiento de plantas. Además, en el área biomédica se han implementado técnicas novedosas para el cultivo de piel humana, producción de biomateriales y proteínas de interés biomédico, así como el establecimiento de bancos de tejidos. Estas técnicas biomédicas han permitido establecer plataformas para la realización de bioensayos a nivel celular para evaluar la actividad de sustancias de diverso origen.

La investigación es un quehacer esencial de la Escuela de Biología y, subsecuentemente, del Centro de Investigación en Biotecnología; por esa razón, el incremento del espacio físico del centro evidenció su crecimiento en proyectos de investigación, contabilizándose una media de 32 proyectos anuales en el último lustro. De esta manera, en total han participado más de 40 funcionarios de la Escuela de Biología, en conjunto con otros investigadores a nivel institucional, nacional e internacional, de diferentes disciplinas. Se ha contado con financiamiento para los proyectos otorgados por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC (VIE), Fondo de Riesgo para la Investigación (FORINVES), Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), Fundecooperación para el Desarrollo Sostenible (FUNDECOOPERACION), Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITTACORI), Consejo Nacional de Rectores (CONARE), Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), Programa de Biotecnología para América Latina y el Caribe (BIOLAC), Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBIOT), Instituto Científico Pfizer, Analytical Instruments y Programa de Biología Molecular-ASD de C.R, entre otros.

Los estudiantes son una parte activa de la investigación como asistentes; dado el alto número de proyectos, por año se contabiliza un promedio de 90 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Biotecnología (IBio), como asistentes en el CIB. Además, los académicos de la Escuela

de Biología se caracterizan por su entusiasmo y apoyo que proveen a las iniciativas del estudiantado. Esto se ve reflejado en el desarrollo de proyectos estudiantiles, en los cuales los estudiantes tienen la oportunidad de realizar sus propios proyectos de investigación con el patrocinio de la VIE. El trabajo de los estudiantes asistentes ha sido decisivo tanto para el CIB, como para los mismos estudiantes, muchos de los cuales han realizado sus posgrados dentro o fuera del país, convirtiéndose en destacados científicos jóvenes en prestigiosas universidades alrededor del mundo.

El emprendimiento, ha sido otro aspecto que el CIB ha impulsado en los estudiantes de Ingeniería en Biotecnología, lográndose conformar grupos de jóvenes muy competitivos, que generan proyectos altamente innovadores y exitosos con una visión global de la biotecnología. En el 2017, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), señaló al CIB como uno de los actores de innovación de Costa Rica. Este reconocimiento ha sido evidenciado también, por la creciente solicitud del criterio técnico de sus investigadores para decretos y proyectos de ley en las áreas agrícolas, ambientales y biomédicas.

Para finalizar, otra parte importante del quehacer académico del CIB, ha sido la publicación de artículos en diversas revistas científicas indexadas, generación de protocolos, guías y manuales para diferentes usuarios. Por ello, se ha interactuado con contrapartes tan diversas como grupos comunitarios, micro, medianas y grandes empresas e inclusive instituciones gubernamentales y consorcios transnacionales.

## Conclusión

La investigación es una labor esencial de la Escuela de Biología y subsecuentemente de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología del TEC; de esta manera, la totalidad de los docentes en contratación indefinida o definida, participan en proyectos de investigación, financiados con fondos nacionales o internacionales. Los estudiantes son una parte activa de la investigación como asistentes, dado el alto número de proyectos. El incremento sostenido de proyectos condujo al necesario aumento del espacio físico, equipo y adecuadas condiciones para la investigación. Además, desde sus orígenes, el CIB mantiene una interacción muy activa con otras universidades, centros de investigación y compañías nacionales y extranjeras. Para mantener un nivel proporcional a las demandas de estos tiempos, es esencial tener una relación cercana con colegas fuera del país, así como la interacción con diferentes grupos comunitarios, empresas, instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Parte del quehacer académico ha sido la publicación de artículos en diversas revistas científicas, generación de protocolos, guías y manuales para diferentes usuarios.

## Referencias

- [1] Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992  
<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- [2] M. Valdez, Rebeca López & Luis Jiménez. 2004. Estado actual de la biotecnología en Costa Rica. Revista Biología Tropical 52(3). San José. Sep.
- [3] Estrategia siglo XXI. Costa Rica. 2006 [http://ticotal.cr/uploads/media/Plan\\_de\\_Medio\\_Siglo\\_\\_ESXXI.pdf](http://ticotal.cr/uploads/media/Plan_de_Medio_Siglo__ESXXI.pdf)
- [4] Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación [http://ticotal.cr/uploads/media/MICIT\\_Plan\\_Nacional\\_Ciencia\\_Tecnologia\\_Innovacion\\_2011-2014.pdf](http://ticotal.cr/uploads/media/MICIT_Plan_Nacional_Ciencia_Tecnologia_Innovacion_2011-2014.pdf)
- [5] Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 2015-2021 [https://www.micit.go.cr/images/imagenes\\_noticias/02-25-2015\\_PNCTI/IMG\\_6055.JPG](https://www.micit.go.cr/images/imagenes_noticias/02-25-2015_PNCTI/IMG_6055.JPG)