



Directora e investigadora universitaria
(mmontesdeoca@utn.ac.cr)

Transición exitosa hacia una bioeconomía sostenible: Experiencia del Programa Bioinnova Training en la colaboración entre la Universidad Nacional y la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica

..... || Gabriela Montes de Oca Vásquez
Manfred Murrell Blanco ||



Profesor e investigador universitario (manfred.murrell.blanco@una.ac.cr)

El Programa Bioinnova Training es una iniciativa diseñada para fortalecer las capacidades empresariales en la bioeconomía y la producción sostenible en pequeñas y medianas empresas (PYMES), modelos asociativos empresariales (MAEs) y PYMPAS. Durante el 2023, la Universidad Nacional (UNA) y la Universidad Técnica Nacional (UTN) de Costa Rica lideraron el proceso de ejecución de este programa, como una iniciativa conjunta para tomar ventaja de las capacidades de ambas instituciones con el fin de poder aportar de manera complementaria para el buen desarrollo de dicho programa en pro de fortalecer las capacidades de las empresas en temas de bioeconomía.

En la última década, la noción y la necesidad de solventar los grandes retos globales se ha convertido en un tema central para la formulación de políticas públicas y es cada vez más una prioridad en el mundo académico (Bugge *et al.*, 2019). En el contexto de Costa Rica y según el Informe del Estado de la Nación (PEN, 2023), nuestro país enfrenta una serie de desafíos altamente complejos, como el de propiciar un desarrollo humano sostenible el cual se ha venido desgastando en

los últimos años, además, existe una gran necesidad de disminuir los impactos sobre el equilibrio ambiental, aumentar la generación de empleo justo y equitativo, estimular la producción, y los encadenamientos productivos, con el fin de apoyar a las comunidades y a los grupos más vulnerables. Una solución parcial para muchos de estos retos actuales lo constituye la bioeconomía.

La bioeconomía puede definirse como “la parte de la economía basada en la biología y las biociencias”, y diversas definiciones coinciden en que esta se refiere al uso sostenible o renovable de los recursos biológicos para proporcionar productos y servicios en todos los sectores económicos, siendo aplicable en las diferentes etapas de la cadena de valor (OECD, 2009). Siendo la biomasa la base del sistema alimentario y de la bioeconomía (Muscat *et al.*, 2021). Por otra parte, por su carácter transversal, la bioeconomía ofrece una oportunidad única para abordar desafíos complejos e interconectados y al mismo tiempo alcanzar objetivos económicos y de sostenibilidad (Wei *et al.*, 2022). Cada vez más los gobiernos, las compañías y las organizaciones a nivel mundial han adoptado enfoques de bioeconomía en sus diferentes procesos productivos con el fin de mejorar la sostenibilidad (Stephenson & Damerel, 2022).

En comparación con otras formas de economías como la economía agrícola, la industrial, la economía de la información, entre otras, la bioeconomía es muy consistente con la sostenibilidad y la economía circular en términos de disminución

del uso de combustibles fósiles y por ende de la disminución de la generación de gases de efecto invernadero, la conservación y recuperación de recursos biológicos, y su transformación sostenible, siendo una ruta para avanzar hacia la descarbonización (MICITT, 2020, Wei *et al.*, 2022).

El sector económico primario de Costa Rica genera aproximadamente 6.3 billones de toneladas por año de residuos (Miranda-Durán *et al.*, 2020). Estos residuos o subproductos agroindustriales tienen un gran potencial económico debido a que son fuente de importante de moléculas, compuestos bioactivos o biomasa con potencial para aplicaciones en diversos campos, como la salud, agrícola, alimentario, entre otros (Rodrigues Machado *et al.*, 2023).

La investigación, el equipamiento y las capacidades humanas de las Universidades públicas es primordial para generar conocimiento necesario para impulsar el desarrollo de proyectos en el área de bioeconomía, que permita aprovechar los residuos agroindustriales generados por las distintas actividades económicas para transformarlos en productos con valor agregado favoreciendo de esta forma la bioeconomía y la economía circular. La bioeconomía y la producción sostenible surgen como pilares fundamentales para el desarrollo económico, social y ambiental. En este contexto, la colaboración entre la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA) y la Universidad Técnica Nacional (UTN) se convirtió en un catalizador clave para impulsar la investigación, la innovación y la formación en estos sectores.

El desarrollo conjunto del programa Bioinnova Training buscó fortalecer las capacidades empresariales en la bioeconomía y la producción sostenible de las empresas participantes (**Figura 1**). La colaboración interuniversitaria UNA - UTN fue esencial, dado su vasto conocimiento y experiencia en el tema educativo, de investigación, innovación y transferencia en áreas relacionadas a la bioeconomía y producción sostenible. La UNA, reconocida por su excelencia en la investigación científica, aportó recursos humanos y conocimientos especializados en biotecnología, agronomía y gestión ambiental. Por otro lado, la UTN destacó por su enfoque en ingeniería y tecnología, ofreciendo soluciones prácticas e innovadoras para la producción sostenible y por su experiencia en la relación público-privada en temas de bioeconomía, además aportó recurso humano especialista en biotecnología y bioeconomía. La colaboración permitió

aprovechar sinergias, combinar fortalezas y abordar integralmente los desafíos de la bioeconomía.

Por parte de la UNA participó el Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME), el Centro de Desarrollo Gerencial (CDG), el Laboratorio de Investigación y Tecnología de Polímeros (POLIUNA) y por parte de la UTN participó el Centro de Estudios sobre Desarrollo Sostenible (CEDS) y la Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VIT). Estas entidades fueron actores clave en la propuesta, ya que cada una aportó su experiencia en áreas específicas, desde la gestión de calidad hasta la investigación en temas relacionados a la biotecnología, polímeros, química verde y desarrollo sostenible.

El PROCAME contó con un equipo altamente calificado y una estructura organizativa eficiente. La UNA dispuso de infraestructura tecnológica, aulas equipadas y acceso a plataformas virtuales.



Figura 1. Participantes del programa Bioinnova Training.

El CDG aportó profesionales especializados, mientras que el POLIUNA contó con avanzados laboratorios de investigación e investigadores especializados en polímeros. Por su parte, el CEDS y la VIT de la UTN, contribuyeron con investigadores especializados en biotecnología y desarrollo sostenible y su red de colaboración regional para una pertinente escogencia de las giras de campo a empresas modelos en el tema de bioeconomía a nivel nacional.

El Programa Bioinnova Training estableció objetivos claros para impulsar la transición hacia una bioeconomía sostenible. Su primer objetivo fue analizar los procesos productivos de empresas para la transición hacia la bioeconomía. Este tuvo como finalidad, brindar herramientas a empresas para evaluar su potencial en modelos bioeconómicos, identificar deficiencias y áreas de implementación de bioproductos y evaluar impactos ambientales y resaltar

ventajas de prácticas sostenibles. El segundo objetivo fue fortalecer las capacidades en modelos productivos sostenibles y bioeconomía, el cual fue primordial para proporcionar capacitación para adoptar modelos sostenibles, promover prácticas eficientes y sostenibles e integrar conceptos de bioeconomía en decisiones estratégicas. El tercer objetivo fue identificar nuevas oportunidades de mercado, el cual permitió realizar análisis de mercado para identificar tendencias bioeconómicas, ayudar a empresas a comprender demandas cambiantes y facilitar identificación de alianzas para potenciar oportunidades. Y el cuarto objetivo del programa fue formular proyectos de innovación hacia la bioeconomía. Este último objetivo tuvo la finalidad de apoyar en la formulación de proyectos aprovechando oportunidades bioeconómicas, desarrollar planes estratégicos considerando aspectos técnicos, sociales y ambientales y facilitar

búsqueda de financiamiento para proyectos de innovación en bioeconomía.

El Programa Bioinnova Training utilizó una metodología mixta, combinando lecciones magistrales, contenido asincrónico, mentoría individual con las empresas, visitas de campo para ver modelos de empresas que basan su modelo productivo (**Figura 2**), de manera exitosa, en la bioeconomía y un espacio para retroalimentación entre los



Figura 2. Visita a empresa modelo en Bioeconomía circular.

participantes y los mentores del programa. Se destacó la promoción del aprendizaje práctico y el uso de plataformas tecnológicas modernas. Además, se enfatizó el enfoque de género, lenguaje inclusivo y consideración de personas con discapacidad.

Durante el programa se desarrollaron, en conjunto con los mentores y las empresas, una serie de herramientas que permitieron diseñar un modelo de negocio basado en bioeconomía circular, identificar los residuos generados durante la cadena de valor de las propuestas de valor actuales de las empresas, listar y priorizar residuos, evaluar los conceptos generados durante la lista de residuos priorizados, describir las funcionalidades y características de los nuevos productos, su alineación con los requerimientos del segmento de clientes identificados, analizar el ciclo de vida de la idea propuesta y estudiar el mercado y sus competidores. Las herramientas utilizadas fueron el canvas circular, cadena de valor canvas, lista de salida de residuos priorizada, evaluación de conceptos, análisis de ciclo de vida, benchmark de la idea, canvas de propuesta de valor y cadena de valor canvas.

Se destaca que el 70 % de las empresas participantes estaban dirigidas por mujeres. Esto es un indicativo de un progreso significativo hacia la igualdad de género en puestos de liderazgo. Adicionalmente, 9 de las 10 empresas seleccionaron una mujer como participante clave, lo que resalta un liderazgo femenino destacado en los aspectos de formación

relacionados con la sostenibilidad y gestión ambiental empresarial.

En relación con la distribución geográfica de las empresas, se obtuvo una participación de 6 de las 7 provincias de Costa Rica, con una mayor concentración de empresas en Alajuela (con un total de 4 de las 10 unidades productivas). Cabe destacar que la participación de unidades productivas en provincias como Puntarenas, San José, Heredia, Limón y Cartago logró una interacción dinámica entre diferentes contextos regionales, cada uno con sus propias oportunidades, desafíos y limitaciones. Contar con esta distribución geográfica que no se limitó a las áreas metropolitanas, sino que se extendió a zonas costeras y regiones nortenas, integrando una diversidad de entornos y mercados.

Por su parte, la amplia gama de sectores operativos cubiertos por estas empresas, que incluyó desde la agroindustria hasta la tecnología y los servicios, permitió visualizar la adaptación y versatilidad que el Programa BioInnova Training ofrece. Además, reflejó la diversidad y complejidad de la economía de Costa Rica, y su interés en una transición hacia la bioeconomía y la economía circular.

Las recomendaciones incluyeron el desarrollo de planes estratégicos integrales, la implementación de indicadores específicos, sistemas de monitoreo eficaces y programas de capacitación. La colaboración con proveedores locales, la búsqueda de proveedores que abastezcan de materia prima sostenible y la promoción de la economía circular emergen como elementos

cruciales para fortalecer la sostenibilidad y la bioeconomía. Este análisis ofreció un panorama integral para guiar a las empresas hacia una transición exitosa, contribuyendo así al desarrollo sostenible y la responsabilidad corporativa.

La colaboración entre la UNA y la UTN, a través del Programa Bioinnova Training, demostró un compromiso conjunto hacia una bioeconomía sostenible. La combinación de conocimientos, capacidades y recursos de ambas instituciones creó una sinergia única para abordar los desafíos actuales y futuros en la bioeconomía y la producción sostenible en Costa Rica. Este programa se presentó como un modelo exitoso de colaboración academia-industria con impacto positivo en el desarrollo económico y ambiental del país.

Referencias

- Bugge, M. M., Hansen, T., and Klitkou, A. (2019). What is the bioeconomy?. En Klitlou, A., Fevolden, A. M. y Capasso, M. (Ed.) *From Waste to Value* (pp. 19-50). Routledge.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICHITT). (2020). *Estrategia Nacional de Bioeconomía Costa Rica 2020—2030: Hacia una economía con descarbonización fósil, competitividad, sostenibilidad e inclusión*. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICHITT); Gobierno de Costa Rica. https://www.chmcostarica.go.cr/sites/default/files/content/resumen_ejecutivo_estrategia_nacional_de_bioeconomia.pdf
- Miranda-Durán, S., Porras-Reyes, L. y Schmidt-Durán, A. (2020). Evaluation of agro-industrial residues produced in Costa Rica for a low-cost culture medium using *Bacillus subtilis* 168. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(4), 15-25. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v33n4/0379-3982-tem-33-04-15.pdf>
- Muscat, A., de Olde, E. M., Ripoll-Bosch, R., Van Zanten, H. H., Metze, T. A., Termeer, C. J., van Ittersum, M.K., and de Boer, I. J. (2021). Principles, drivers and opportunities of a circular bioeconomy. *Nature Food*, 2(8), 561-566. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00340-7>
- OECD. (2009). *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*. OECD Publishing. <https://read.oecd.org/10.1787/9789264056886-en?format=pdf>
- Programa Estado de la Nación [PEN]. (2023). Informe Estado de la Nación 29. Consejo Nacional de Rectores, Programa Estado de la Nación. <https://repositorio.conare.ac.cr/rest/bitstreams/4e40c373-ed26-46d5-9cf9-f48a523da555/retrieve>
- Rodrigues Machado, A., Atatoprak, T., Santos, J., Alexandre, E. M., Pintado, M. E., Paiva, J. A. y Nunes, J. (2023). Potentialities of the Extraction Technologies and Use of Bioactive Compounds from Winery By-Products: A Review from a Circular Bioeconomy Perspective. *Applied Sciences*, 13(13), 7754. <https://doi.org/10.3390/app13137754>
- Stephenson, P. J. y Damerell, A. (2022). Bioeconomy and Circular Economy Approaches Need to Enhance the Focus on Biodiversity to Achieve Sustainability. *Sustainability*, 14(17), 10643. <https://doi.org/10.3390/su141710643>
- Wei, X., Liu, Q., Pu, A., Wang, S., Chen, F., Zhang, L., Zhang, Y., Dong Z., and Wan, X. (2022). Knowledge mapping of bioeconomy: A bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*, 373 (1), 133824. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133824>