



UNA VISIÓN INSURGENTE
AL *STATU QUO*
DE LA INDUSTRIA
BIOTECNOLÓGICA Y EL
ESTABLECIMIENTO DE
BIORREFINERÍAS

RAUL E. MARTÍNEZ-HERRERA^{A*} Y MARÍA E. ALEMÁN-HUERTA^B

^a Tecnológico de Monterrey.
Escuela de Ingeniería y Ciencias.
Av. Eugenio Garza Sada 2501
Sur, Tecnológico, C. P. 64849.
Monterrey, Nuevo León, México.

^b Universidad Autónoma de
Nuevo León. Facultad de
Ciencias Biológicas. Instituto de
Biotecnología. Av. Pedro de Alba
y Manuel L. Barragán s/n, C. P.
66455. San Nicolás de los Garza,
Nuevo León, México.

*Autor para correspondencia: raul.
martinezhrr@tec.mx

RESUMEN

El concepto de biorrefinería fue creado con la intención de promover el uso sustentable de los recursos naturales para su conversión en productos biotecnológicos con valor comercial. Sin embargo, la problemática mundial de contaminación ambiental y la falta de acceso a productos de origen biotecnológico tales como vacunas, medicamentos e inclusive alimentos en poblaciones vulnerables, ponen de manifiesto la insuficiente visión de beneficio social, justicia y equidad por parte de dicho gremio industrial. Bajo este contexto, es necesario desafiar el estado actual promoviendo una insurgencia multidisciplinaria que vea prioritariamente por el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales y la protección de los ecosistemas nativos. Es por ello, que el presente escrito enfatiza una serie de puntos críticos que deben ser abordados antes de la instalación de cualquier biorrefinería, teniendo como base un clúster académico, gubernamental y empresarial que opere de manera íntegra.

ABSTRACT

The biorefinery concept was created with the intention to promote the sustainable use of natural resources and their conversion into biotechnological products with commercial value. However, the problem of environmental pollution and the low access to products of biotechnological origin such as vaccines, medicines and even food in vulnerable populations, show that the vision of social benefit, justice and equity has not been enough. For this, it is necessary to challenge the current state by promoting a multidisciplinary insurgency that primarily sees the socio-economic development of the several rural communities and the protection of native ecosystems. For this reason, this paper emphasizes a series of critical points that must be addressed before the installation of any biorefinery, based on an academic, governmental, and business cluster that operates in an integral way.



Palabras clave: bioeconomía; biosocialidad; insurgencia biotecnológica; Marxismo

Keywords: bioeconomy; biosociality; biotechnological insurgency; Marxism

INTRODUCCIÓN

Quizás en cualquiera de tus clases de biotecnología hallas escuchado el término “biorrefinería”, el cual define a una planta industrial que transforma la biomasa en productos biotecnológicos de valor comercial; tales como los biocombustibles, biomateriales, bioenergéticos, extractos farmacéuticos y de grado nutricional, entre otros productos útiles para la vida humana (Leong *et al.* 2021; Morales Zamora *et al.* 2021). Este concepto nace en la década de los 90 cuando la población comenzó a reflexionar sobre el cuidado de los recursos naturales, la emancipación de los energéticos derivados de fuentes no renovables y la creciente contaminación ambiental, que hasta el día de hoy es un tema complicado (Kumar *et al.* 2020; Sacramento-Rivero *et al.* 2010). Actualmente, se apuesta por las biorrefinerías debido a que son consideradas como una alternativa ante los estragos socioeconómicos que ha traído la pandemia del COVID-19 (Galanakis *et al.* 2022; Martínez *et al.* 2021; González, 2020). No obstante, es necesario observar la justicia social y los marcos legislativos que promueven la preservación de los conocimientos ancestrales y el cuidado de los recursos naturales para la correcta instalación de estas industrias biotecnológicas.

Ahora, ¿qué pasaría si te dijera que en realidad el desarrollo de diversos productos biotecnológicos nunca ha sido justo o equitativo? Para esto se puede indagar sobre los diversos casos de biopiratería que ocurren en Latinoamérica; donde México no está exento de sufrir estas prácticas extractivistas (Castillo, 2009; García *et al.* 2004; Soria-López y Fuentes-Páramo, 2016). También, se pueden señalar la geopolítica de las vacunas contra el SARS-CoV-2, principalmente entre Rusia, China y Estados Unidos, cuyo acceso y distribución generaron un problema de equidad (Barría, 2020; Wibama, 2020), el limitado acceso a los alimentos funcionales y a la carne cultivada debido a su alto costo el cual repercute directamente sobre la canasta básica del consumidor (Bhat *et al.* 2019; Schroeder, 2007), incluso los productos y biomateriales comercializados que no cumplen con los marcos regulatorios y estándares de calidad (Bhagwat *et al.* 2020).

Debido a este tipo de situaciones donde se observa una clara búsqueda de un “biopoder” hegemónico por parte de entes privados bajo la bandera del “desarrollo tecnológico” y la “instauración de biorrefinerías para el desarrollo sostenible” es necesario replantear un esquema político, social y económico donde toda la población pueda beneficiarse.

¿CÓMO FUNCIONA UNA BIORREFINERÍA?

De acuerdo con de Armas-Martínez *et al.* (2019) una biorrefinería puede funcionar mediante la obtención de recursos de primera generación (cultivos de soya, maíz, agave, sorgo, etc.), segunda generación (rastrajos de maíz, cáscaras, hojas, residuos forestales, basura, etc.) o tercera generación (biomasa proveniente de algas). La materia prima obtenida puede ser pretratada mediante protocolos físicos, químicos o biológicos con el objetivo de fraccionar su composición química en sustratos más simples como los carbohidratos o aceites. Posteriormente, estos serán tratados mediante procesos de fermentación para la obtención de biocombustibles, biomateriales, fertilizantes y/o extractos farmacéuticos y nutritivos (Figura 1).

En México las biorrefinerías surgen como una posible solución para generar múltiples productos de manera rentable y sustentable a partir de los residuos orgánicos (Molina-Guerrero *et al.* 2020; Baez, 2017). Algunas de las más destacables son proyectos que aún están en crecimiento, tales como: la planta de biodiesel del Grupo Energético ITESM-Nuevo León, el proyecto de bioenergía S. A. del Sistema de Energía Internacional S. A. de C. V. y el sistema de calefacción a partir de biomasa forestal del grupo Energías Renovables del Bierzo S. L (Sacramento-Rivero *et al.* 2010). Además, es imperante

indicar al Biocluster Nuevo León, el cual es una asociación industrial enfocada en impulsar y promover a las industrias relacionadas al sector biotecnológico mediante un modelo de triple hélice, en el cual se vincula la iniciativa privada, pública y académica. De acuerdo con Villasana (2011), esta agrupación tiene como objetivo motivar a los investigadores a generar una interacción con la industria, la cual a futuro pueda generar políticas que impulsen el desarrollo regional y nacional. Sin embargo, aún sigue siendo un reto atender los diversos aspectos tecno-económicos (inversión, sostenibilidad y optimización de procesos), ecológicos (sustentabilidad y reducción de residuos) y sociales (evitar el lavado de dinero, la malversación de fondos y el robo a comunidades ancestrales; preservar la justicia social) que aborda el establecimiento de estas plantas biotecnológicas (Vance *et al.* 2022).

INSURGENCIA BIOTECNOLÓGICA.

En el Marxismo se argumenta que la “biosocialidad” (la fusión entre lo biológico y lo social a través de tendencias tecnológicas ascendentes; en este caso la biotecnología), puede remodelar la articulación de las jerarquías a través de nuevos conceptos políticos, sociales y éticos (Palsson, 2015). Considerando que actualmente los desarrollos científico-tecnológicos parecen estar abonando solo para un sistema de globalización y libre mercado, aunado a la falta del cumplimiento de las leyes de regulación de la explotación ilimitada de los recursos naturales (Fernández Arner y Kohan, 2017; García *et al.* 2004), habrá que despertar hacia una insurgencia biotecnológica con una faceta social cumplida.

La insurgencia biotecnológica y su aplicación en las biorrefinerías mexicanas debe abordar diversos puntos críticos basados en aspectos de economía circular y desarrollo sustentable (Vance *et al.* 2022; Martínez-Herrera *et al.* 2021; Sacramento-Rivero *et al.* (2010): (1) Proponer el diseño de una estrategia nacional para el desarrollo de biorrefinerías desde el aspecto económico, ecológico y social. (2) Vincular a la academia, gobierno e industria en la planeación de los criterios de sostenibilidad. (3) Eliminar la corrupción

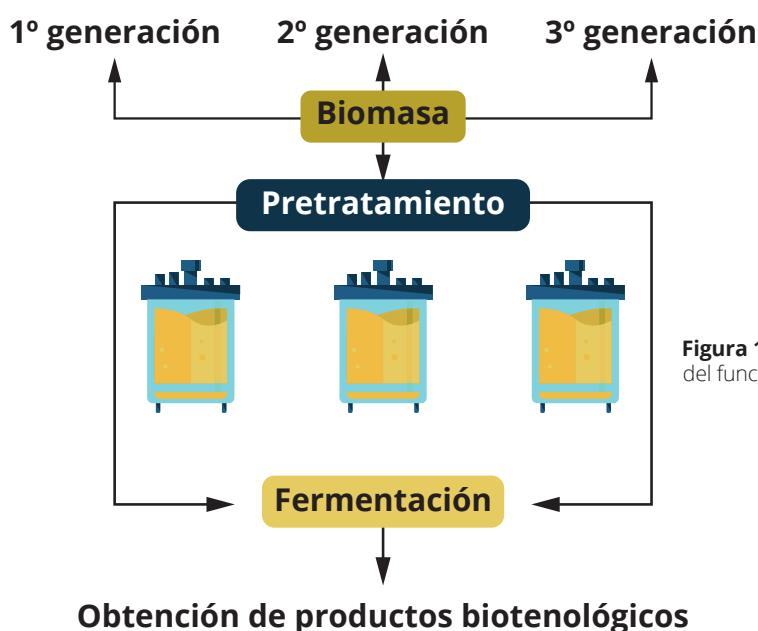


Figura 1. Esquemático del funcionamiento de una biorrefinería.

y castigar la biopiratería mediante el establecimiento de marcos jurídicos regulatorios que beneficien a las comunidades indígenas y/o rurales ante estas prácticas. (4) Eliminar la desinformación mediante campañas de concientización sobre el aprovechamiento de los residuos y subproductos obtenidos a partir de procesos agroindustriales y resaltar que estos deben ser aprovechados como sustratos prioritarios por las biorrefinerías para la generación de productos biotecnológicos de manera económicamente factible, energéticamente rentable y ecológicamente beneficiosa. (5) En caso de que las biorrefinerías aprovechen recursos de primera generación para sus procesos biotecnológicos, se deberá promover el cuidado de estos y la preservación de los conocimientos ancestrales que los rodean. (6) Los beneficios económicos derivados de las biorrefinerías deben dirigirse principalmente al desarrollo comunitario de donde los recursos son extraídos, estableciendo una bioeconomía que promueva el desarrollo sostenible de manera justa y equitativa (Figura 2).

DISCUSIÓN

El siglo XXI y sus problemas económicos, ecológicos y sociales derivados de un capitalismo sin restricciones ha desencadenado la búsqueda de soluciones potenciales en todos los frentes posibles (Huerta González, 2013). En este caso, la biotecnología moderna como una tendencia tecnológica emergente parece ser uno de los caminos que podría replantear y solucionar los diversos

problemas que acontecen a la sociedad (Bellver-Capella, 2012; Cantley, 2004). Sin embargo, cuando los intereses de entes privados y políticos parasitan el desarrollo tecnológico alejan el camino hacia una ciencia con justicia social. Por lo que, la propuesta es abordar la instalación de biorrefinerías dirigidas al procesamiento de biomasa residual (principalmente), la obtención y el comercio de productos biotecnológicos con valor agregado y estimular el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales de nuestro país bajo un esquema que implique una faceta biosocial con una visión social responsable, ética y justa.

De acuerdo con Núñez Jover y Figueroa Alfonso (2014), la ciencia debe abordar un panorama en el que se apueste por proyectos auténticos que defiendan la relación entre los entes públicos, privados y académicos. Por esta razón, la instalación de las biorrefinerías debe verse como proyectos que vinculan multidisciplinariamente la participación de diversos profesionistas, los cuales vean a beneficio de las comunidades más necesitadas. Asimismo, los proyectos que se aborden en este rubro deben enfocarse en ser modelos productivos y sustentables que trabajen bajo un esquema legal claro que incite a inversiones confiables (Sosa-Rodríguez y Vázquez Arenas, 2021). A pesar de que en México ya existen iniciativas que apuestan por la instalación de biorrefinerías, sigue siendo necesario inspirar una visión ética y revolucionaria a las nuevas generaciones de biotecnólogos. Por lo que después de leer esto, ¿crees tener un corazón rebelde que revolucione el *statu quo* de la biotecnología y vea por las necesidades sociales de nuestro país?



Figura 2. Insurgencia biotecnológica y su aplicación en las biorrefinerías.



LITERATURA CITADA

- Baez, C. 2017. Retos y oportunidades de la biorrefinería en México. En: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/energia/15937-retos-oportunidades-biorrefineria-mexico> (consultado 30/01/2022).
- Barría, C. 2020. Vacuna contra la COVID-19 | “Hay un juego político, económico y estratégico detrás de las vacunas que es una receta para el desastre” En: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53618082> (consultado 29/01/2022).
- Bhagwat, G., K. Gray, S. P. Wilson, S. Muniyasamy, S. G. T. Vincent, R. Bush, T. Palanisami. 2020. Benchmarking Bioplastics: A Natural Step Towards a Sustainable Future. *Journal of Polymers and the Environment*. 28: 3055–3075.
- Bhat, Z. F., J. D. Morton, S. L. Mason, A. E. A. Bekhit, H. F. Bhat. 2019. Technological, Regulatory, and Ethical Aspects of In Vitro Meat: A Future Slaughter-Free Harvest. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 18(4): 1192–1208.
- Bellver-Capella, V. 2012. Biotecnología 2.0: las nuevas relaciones entre la biotecnología aplicada al ser humano y la sociedad. *Persona y bioética*. 16 (2): 87–107.
- Cantley, M. 2004. How should public policy respond to the challenges of modern biotechnology? *Current Opinion in Biotechnology*. 15(3): 258–263.
- Castillo, R. M. 2009. Biopiratería y pueblos indígenas: crítica y realidad. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*. 20 (1): 27–38.
- de Armas-Martínez, A. C., M. Morales Zamora, Y. Albornas Carvajal, E. González Suárez. 2019. Proyección de una industria azucarera para transformarse en una biorrefinería a partir de biocombustibles de segunda y tercera generación. *Tecnología Química*. 39 (3): 489–507.
- Fernández Arner, A., A. G. Kohan. 2017. Marxismo y crisis ecológica. *Economía y Desarrollo*. 158 (1): 26–40.
- Galanakis, C. M., G. Brunori, D. Chiaramonti, R. Matthews, C. Panoutsou, U. R. Fritsche. 2022. Bioeconomy and green recovery in a post-COVID-19 era. *Science of The Total Environment*. 808: 152180.
- García, M. T., L. C. Bórquez, S. C. Salinas. 2004. La biopiratería en Chiapas: un análisis sobre los nuevos caminos de la conquista biológica. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 12 (24): 56–89.
- González, F. M. 2020. Resignificar la praxis educativa en tiempos de incertidumbre: un desafío para las organizaciones sociales. *Revista de Ciencias Sociales*. 26: 9–13.
- Huerta González, A. 2013. Los problemas actuales del capitalismo son reflejo de su decadencia. *Economía UNAM*. 10 (30): 93–109.
- Kumar, B., N. Bhardwaj, K. Agrawal, V. Chaturvedi, P. Verma. 2020. Current perspective on pretreatment technologies using lignocellulosic biomass: An emerging biorefinery concept. *Fuel Processing Technology*. 199: 106244.
- Leong, H. Y., C. K. Chang, K. S. Khoo, K. W. Chew, S. R. Chia, J. W. Lim, J. S. Chang, P. L. Show. 2021. Waste biorefinery towards a sustainable circular bioeconomy: a solution to global issues. *Biotechnology for Biofuels*, 14 (1): 87.
- Martínez, K. C., M. E. Benitez, A. L. Ibarra, G. O. Castro, N. Ortega-Méndez, E. V. Martínez, A. S. Muñoz. 2021. Propuestas de Tecnologías de Innovación para Ciudades Sustentables: Más allá del COVID-19. *Jóvenes en la Ciencia*, 10.
- Martínez-Herrera, R. E., O. M. Rutiaga-Quiñones, M. E. Alemán-Huerta. 2021. Integration of Agave plants into the polyhydroxybutyrate (PHB) production: A gift of the ancient Aztecs to the current bioworld. *Industrial Crops and Products*. 174: 114188.
- Molina-Guerrero, C.E., A. Sánchez, E. Vázquez-Núñez. 2020. Energy potential of agricultural residues generated in Mexico and their use for butanol and electricity production under a biorefinery configuration. *Environmental Science and Pollution Research*. 27: 28607–28622.
- Morales Zamora, M., A. C. de Armas Martínez, E. González Suárez, N. Ley Chong, G. Villanueva Ramos. 2021. La sinergia entre las biorrefinerías de azúcar y el desarrollo de la industria química en Cuba. *Revista Universidad y Sociedad*. 13 (5): 81–91.
- Núñez Jover, J., G. Figueroa Alfonso. 2014. Biotecnología y sociedad en Cuba: el caso del Centro de Inmunología Molecular. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*. 6(10).
- Palsson, G. 2015. Relaciones Biosociales de producción. *Nómadas*. (42): 89–109.
- Sacramento-Rivero, J. C., G. Romero, E. Cortés-Rodríguez, E. Pech, S. Blanco-Rosete. 2010. Diagnóstico del desarrollo de biorrefinerías en México. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 9 (3): 261–283.
- Schroeder, D. 2007. Public Health, Ethics, and Functional Foods. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 20(3): 247–259.
- Soria-López, M., I. Fuentes-Páramo. 2016. The identification of biopiracy in patents. *World Patent Information*. 47: 67–74.
- Sosa-Rodríguez, F. S., J. Vazquez-Arenas. 2021. The biodiesel market in Mexico: Challenges and perspectives to overcome in Latin-American countries. *Energy Conversion and Management*: X. 12: 100149.
- Vance, C., J. Sweeney, F. Murphey. 2022. Space, time, and sustainability: The status and future of life cycle assessment frameworks for novel biorefinery systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 159: 112259.
- Villasana, M. 2011. Fostering university–industry interactions under a triple helix model: the case of Nuevo Leon, Mexico. *Science and Public Policy*. 38(1): 43–53.
- Wibawa, T. 2020. COVID-19 vaccine research and development: ethical issues. *Tropical Medicine & International Health*. 26(1): 14–19.