

La bioprospección microbiana en la alimentación y en la producción agrícola sostenible”

Alba Marina Cotes

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Agrosavia

Km 14 vía a Mosquera, Bogotá, Colombia

Email: amcotes@agrosavia.co

Resumen

Los microorganismos se encuentran en prácticamente todos los seres y medioambientes de la tierra interactuando en una variedad de relaciones. El desarrollo de las bioindustrias debido a la producción de una gran cantidad de productos y sustancias de uso potencial para la medicina, la agricultura y la industria ofrece un enorme potencial para la bioprospección microbiana y para el descubrimiento de nuevas aplicaciones. Este artículo presenta una breve descripción del uso de microorganismos y metabolitos microbianos como una base sostenible de los desarrollos agrícolas, de medicina, ambientales e industriales del futuro.

Palabras clave: Bioindustria, bioprospección, biotecnología, metabolitos, microorganismos

Abstract

Microorganisms are to be found in virtually every organism and environment on earth in a variety of relationships. Bioindustries development due to the production of a plethora of products and substances of potential use to modern medicine, agriculture, and industry offers a huge potential for microbial bioprospecting and discovery of new applications. This article presents a short overview of the use of microorganisms and microbial metabolites as a future sustainable basis of agricultural, medicine, environmental and industrial developments.

Key words:

Bioindustry, bioprospecting, biotechnology, metabolites, microorganisms

Potencial de los microorganismos en las bioindustrias

En los últimos años, los países de la Comunidad Andina han realizado esfuerzos significativos para proteger y valorizar su rico patrimonio biológico que se constituye en uno de los más importantes del mundo, debido a su riqueza de diversidad biológica y endemismos, a su vez que dispone de centros de diversidad y domesticación de un gran número de recursos genéticos animales, vegetales y microbianos y dado que posee un extraordinario conjunto de conocimientos tradicionales vinculados a la biodiversidad. En este sentido, la biotecnología moderna ofrece la oportunidad de convertir la biodiversidad en factor de desarrollo económico y social a través de su valoración, uso sostenible y conservación (CAF y Cepal, 2005). Además, la biotecnología junto con la nanotecnología, son consideradas en la actualidad como las ciencias del futuro, las cuales se traducen en beneficios para la población humana y representan el mayor reto de incorporación y crecimiento dentro de los sectores productivos. Adicionalmente, la biotecnología es considerada en los países desarrollados como la tecnología de frontera de mayor importancia estratégica para el crecimiento económico y la competitividad en los mercados globales, debido a que en un lapso de tiempo corto ha hecho grandes avances y ha multiplicado la capacidad de desarrollar innovaciones tecnológicas en un conjunto cada

vez más amplio de actividades productivas tales como la medicina, agricultura, industria y conservación del medio ambiente (Choudhury, 2015).

De acuerdo con el estudio realizado por la Corporación Andina de Fomento (CAF) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) publicado en el año 2005, existen numerosas especies de uso conocido por las comunidades locales que contienen compuestos bioactivos con potencial para la industria farmacéutica, cosmética, nutracéutica, etc. Sin embargo, muy poco de este conocimiento local ha sido validado mediante bioensayos, tampoco se han determinado mediante tecnologías químicas analíticas sus ingredientes activos, ni se ha explotado su valor genético mediante tecnologías genéticas modernas. Por otro lado, el conocimiento elemental, como la descripción básica de las especies de una gran parte de la biodiversidad total, es todavía fragmentario y limitado (CAF y Cepal, 2005), lo cual evidencia que el potencial de la biodiversidad no está siendo aprovechado de acuerdo con los beneficios que puede generar en los diferentes sectores productivos.

La biotecnología se ha venido considerando como una ciencia con un alto potencial de aplicaciones, cuyo estudio se ha fomentado mediante la inclusión en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación; sin embargo, hay una brecha entre las investigaciones a nivel académico y su implementación a gran escala que permita el desarrollo de industrias biotecnológicas o bioindustrias con valor agregado con participación en el mercado nacional e internacional y que generen un aporte significativo al Producto Interno Bruto (PIB) y al desarrollo de nuestros países.

Sin embargo, para conocer el potencial de la biodiversidad, es importante realizar procesos de bioprospección. A ese respecto, Melgarejo (2012) recopiló las diversas definiciones que se describen a continuación.

Definiciones de bioprospección

- Investigación realizada para identificar especies, variedades, genes y productos con usos actuales o potenciales por parte de la humanidad. Desempeña un papel fundamental para el uso y protección racional de la biodiversidad (Sittenfeld & Gámez, 1993).
- Búsqueda de recursos químicos y genéticos de valor comercial a través de la investigación y análisis de la diversidad biológica y del conocimiento tradicional indígena (RAFI, 1993).
- Búsqueda de información a partir de especies biológicas para su uso posterior en procesos de producción en diversos sectores. Ejemplo de esa información es la contenida en el material genético de todos los seres vivos (prospección genética), en los compuestos químicos que producen (prospección química) o en el conocimiento tradicional (Alatorre, 1995).
- Búsqueda intensa de metabolitos secundarios novedosos a partir de fuentes naturales, tradicionalmente de microorganismos, pero también se extiende a plantas y animales (Chapela, 1996).
- Medio para compensar a aquellos países por el uso de sus recursos genéticos para producir componentes naturales para las industrias químicas y farmacéuticas, principalmente (Brush, 1999).
- Búsqueda de materia viva con propiedades medicinales, industriales, farmacológicas y biotecnológicas, con marcadas implicaciones sociales, culturales, económicas, jurídicas y políticas (Carrizosa, 2002).

- Temática y trabajo colectivo orientados a la búsqueda, conocimiento y selección de organismos con uso actual o potencial en salud, alimentación, industria y medio ambiente, entre otros y su aprovechamiento en procesos productivos a escala industrial (Melgarejo *et al.*, 2002). Se perfila como un proceso que involucra tres etapas o ejes: conocer y caracterizar el recurso biológico-genético, transformarlo en un producto (para uso en medicina, alimentación, agricultura u otras) y comercializarlo (Melgarejo, 2003).
- Búsqueda sistemática de genes, de compuestos químicos, proteínas y otros productos que posean un valor económico actual o potencial y que se encuentran en los componentes de la diversidad biológica, buscando darles un potencial para el desarrollo de productos (Castree, 2003).
- Caracterización del material biológico en sus diferentes componentes, proyección para proteger los intereses de propiedad intelectual y desarrollo eventual de un proceso de comercialización de nuevos productos, los cuales pueden incluir la modificación de la estructura química para incrementar su eficacia (Bull, 2004).
- Búsqueda sistemática para el desarrollo de nuevas fuentes biológicas, las cuales pueden tener valor comercial. Incluye la totalidad de organismos, genes, compuestos químicos, extractos, y otros productos de la naturaleza. Se incluye el uso sostenible de los recursos biológicos a través de la biotecnología y el desarrollo científico y socioeconómico de los países fuente y de las comunidades locales (Quezada, 2007).

En general, las diferentes definiciones de la bioprospección implican investigación de la biodiversidad y sus productos, siempre con el propósito de llegar a los mercados objetivo.

Tipos de Biotecnología y sus aplicaciones

La biotecnología industrial o blanca utiliza microorganismos y sus metabolitos para producir bienes para la industria (Frazzetto, 2003). Las biotecnologías se describen ocasionalmente como un arco iris, en el que cada sector tiene su propio código de color. La biotecnología está simbolizada principalmente por cuatro colores. La biotecnología roja hace referencia los sectores de la salud y de la medicina, incluidas las enfermedades, su diagnóstico y control.

La biotecnología verde se refiere a la agricultura y alimentación, considera las plantas y el medio ambiente. La biotecnología azul simboliza la acuicultura y los desarrollos marinos, mientras que la biotecnología blanca o gris indica el sector industrial y (Cenetri Publishing Group, 2018). Esta última utiliza en gran medida microorganismos y sus metabolitos para producir bienes para la industria (Frazzetto, 2003). El sector agropecuario, tiene grandes oportunidades de desarrollo mediante la biotecnología, tal como se demuestra en el libro sobre bioprospección desarrollado en Colombia, el cual propone un plan nacional que podría tener aplicabilidad en los países de América latina (Cotes Prado *et al.*, 2012).

Los microorganismos son vitales para los seres humanos y para el medio ambiente, ya que participan en ciclos bio-geológicos, como los del carbono y nitrógeno, además de cumplir otras funciones vitales en prácticamente todos los ecosistemas, mediante el reciclaje y descomposición de residuos y de moléculas tóxicas. También tienen usos importantes como en procesos de biodigestión y biocatálisis, así como en la industria de alimentos, en fermentaciones, en el tratamiento de aguas, en biorremediación, en la producción de energía, en la producción de sustancias químicas, en la biología molecular, en la producción de bioplásticos, en la producción de probióticos y proteína unicelular para alimentación humana y animal, en la agricultura como controladores biológicos o biofertilizantes

y en diversas industrias por su capacidad de producir aminoácidos, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos, enzimas, vitaminas. Así mismo tienen importantes aplicaciones en medicina por su rol en la generación de sistemas de diagnóstico de enfermedades y por la producción de vacunas, esteroides, antibióticos, sustancias anticancerígenas, entre otros. Históricamente, los microorganismos han proporcionado la fuente para la mayoría de los fármacos que se usan actualmente (Demain & Sanchez, 2009). Cabe destacar que el 45% de estos son producidos por actinomicetos, el 38% por hongos y el 17% por bacterias unicelulares (Berdy, 2005). Muchos productos microbianos naturales han llegado al mercado sin ninguna modificación química, lo que demuestra la notable capacidad de los microorganismos en la producción de diversas moléculas (Bull & Stach, 2007; Zang et al., 2007).

El tamaño del mercado global de la biotecnología blanca fue de USD 203,28 billones en 2015 y se espera que crezca en un CAGR del 10,2% anual hasta el 2024, debido a su uso creciente en la fabricación de biocombustibles como el bioetanol y el biodiesel. Además, de otros sectores como los productos químicos que incluyen ácidos orgánicos, aminoácidos y numerosas vitaminas, si se tiene en cuenta que cerca del 4% de se fabrican con esta tecnología (Gran View Research, 2016).

Conclusiones

A pesar de que América del sur tiene una gran biodiversidad y que se han hecho inventarios de animales y plantas, son muy pocos los esfuerzos tendientes al conocimiento de los microorganismos que habitan los diferentes ecosistemas. Este desconocimiento ha hecho que se realicen pocos estudios concretos de bioprospección microbiana y, por ende, que se descubran nuevas oportunidades de utilización de microorganismos en bioindustrias que estimulen el desarrollo de los países. Es importante que los gobiernos y el sector privado definan prioridades de investigación y desarrollo de largo plazo y que la inversión sea coherente con estas y sostenida en el tiempo, para que, una vez descubiertas las oportunidades presentes en nuestra biodiversidad microbiana, se establezcan estrategias que lleven los productos al mercado.

Referencias

Alatorre, G. (1995) Bioprospección, ¿una herramienta para el manejo sostenible de los recursos naturales?. Grupo de Estudios Ambientales. México. Disponible en: <http://base.d-ph.info/es/fiches/premierdph/fichepremierdph-1858.html>

Berdy, J. (2005). Bioactive microbial metabolites—a personal view. *J. Antibiot.* 58, 1–26

Bull, A. T. & Stach, J. E. (2007). Marine actinobacteria: new opportunities for natural product search and discovery. *Trends Microbiol.* 15, 491–499.

Bull, A. (2004). *Microbial diversity and bioprospecting*. Washington, D.C.: American Society Microbiology Press. 524pp.

Carrizosa, S. (2002). Análisis comparativo de modelos internacionales de bioprospección: implicaciones para la conservación de la biodiversidad y la distribución equitativa de beneficios. p 171-192. En: Melgarejo LM, Sánchez J, Chaparro A, Newmark F, Santos M, Burbano C, Reyes C (Eds). *Aproximación al estado actual de la bioprospección en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Serie de Documentos Generales INVEMAR 10 (334pp).

CAF & CEPAL. (2005). Biotecnología para el desarrollo sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. CAF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/2813-biotecnologia-uso-sostenible-la-biodiversidad-capacidades-locales-mercados>

Cenetri Publishing Group, 2018. Color code of Biotechnology <https://www.cenetrionline.org/blog/color-code-biotechnology/>

Castree, N. (2003). Bioprospecting: from theory to practice (and back again). *Transactions of the Institute of British Geographers*. 28(1):35-55.

Chapela, I. (1996). La bioprospección en la era de la información: un análisis crítico de las iniciativas de conservación asociadas con el descubrimiento de nuevos fármacos. En: Feinsilver, J. (Ed). *Biodiversidad, biotecnología y desarrollo sostenible en salud y agricultura: conexiones emergentes*. Organización Panamericana de la Salud. Publicación científica 560. Washington D.C., 248pp.

Choudhury, H. (2015). Biology and biotechnology applications: Probable solutions for sustainable development. 217-252. En: Hiranjit & Choudhury (Eds). *Biology, Biotechnology and Sustainable Development*, Edition: 1st, Publisher: Research India Publications.

Cotes Prado, A. M., Barrero Meneses, L. S., Rodríguez Villamizar, F., Zuluaga Mogollón, M. V. & Arévalo Martínez, H. (2012). *Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia*. Bogotá CORPOICA. 195 p.

Demain, A. L. & Sanchez, S. (2009). Microbial drug discovery: 80 years of progress. *J. Antibiot.* 62, 5–16.

Frazzetto, G. (2003). White biotechnology. *EMBO reports*, 4(9), 835-837.

Gran View Research. (2016). *White biotechnology market analysis by product (biofuels, biomaterials, biochemicals, industrial Enzymes), by application (bioenergy, food & feed additives, pharmaceutical ingredients, personal care & household Products) and segment forecasts to 2024*. Disponible en: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/white-biotechnology-market>

Melgarejo LM (2003) *Bioprospección: plan nacional y aproximación al estado actual en Colombia*. En: *Acta Biológica Colombiana*. 8(2):73-86.

Melgarejo, L. M. (2012). *Introducción Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia*. En: Cotes Prado, A. M., Barrero Meneses, L. S., Rodríguez Villamizar, F., Zuluaga Mogollón, M. V. & Arévalo Martínez, H. (2012). *Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia*. Bogotá CORPOICA. p.9 – 20.

Quezada, F. (2007). Status and potential of commercial bioprospecting activities in Latin América and the Caribbean. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). *Serie Medio Ambiente y Desarrollo* Santiago, Chile. No 132. 68pp.

RAFI (Rural Advancement Foundation International). (1993). *Biotechnology company will sell bioengineered human proteins to infant formula manufacturers*. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/es/content/biotechnology-company-will-sell-bio-engineered-human-proteins-infant-formula-manufacturers>

Sittenfeld, A., Gámez, R. (1993) Biodiversity prospecting by INBio. En: Reid WV, Laird S A, Meyer C A, Gámez R, Sittenfeld A, Janzen DH (Eds). Biodiversity prospecting: using genetic resources for sustainable development. Washington. World Resources. p 69-98.

Zhang, L. X. et al. (2007). High-throughput synergy screening identifies microbial metabolites as combination agents for the treatment of fungal infections. Proc. Natl Acad. Sci. USA 104, 4606–4611.