



## *Enfoque de la Biotecnología Industrial en Ecuador y la Provincia de Esmeraldas*

### *Approach to Industrial Biotechnology in Ecuador and the Province of Esmeraldas*

### *Abordagem da biotecnologia industrial no Equador e na província de Esmeraldas*

Daniela Andrea Ortega –Ante <sup>1</sup>

[ortegada1904@gmail.com](mailto:ortegada1904@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-8880-8447>

**Correspondencia:** [ortegada1904@gmail.com](mailto:ortegada1904@gmail.com)

Ciencias técnicas y aplicadas  
Artículo de investigación

\***Recibido:** 30 de julio de 2020 \***Aceptado:** 21 de agosto de 2020 \* **Publicado:** 28 de agosto de 2020

- I. Ingeniera en Biotecnología, Master Universitario en Agrobiología Ambiental, Docente investigadora de la Facultad de Ingenierías en la Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, Ecuador.

## Resumen

La presente investigación tiene como propósito general describir los enfoques de la biotecnología industrial en Ecuador y la Provincia de Esmeraldas. El constructo teórico que sustenta este trabajo, es que se abordan algunos aspectos relevantes de la biotecnología, tales como: la historia de la biotecnología, clasificación de la biotecnología de acuerdo a colores, áreas de la biotecnología, aplicaciones de la biotecnología, procesos y productos que se pueden obtener a partir de la biotecnología industrial y consideraciones finales. Se utilizó una revisión documental de textos y artículos relacionados con la biotecnología en general e industrial. La biotecnología industrial tiene innumerables aplicaciones importantes como en la parte médica, con el desarrollo de nuevos enfoques para el tratamiento de enfermedades; en la agricultura con el progreso de cultivos y alimentos; usos no alimentarios de los cultivos, cuidado medioambiental, entre otras aplicaciones.

**Palabras claves:** biotecnología; enfoques; industrial.

## Abstract

The purpose of this research is to describe the approaches of industrial biotechnology in Ecuador and the Province of Esmeraldas. The theoretical construct that supports this work is that some relevant aspects of biotechnology are addressed, such as the history of biotechnology, classification of biotechnology according to colors, areas of biotechnology, applications of biotechnology, processes and products. That can be obtained from industrial biotechnology and final considerations. A documentary review of texts and articles related to general and industrial biotechnology was used. Industrial biotechnology has innumerable important applications as in the medical part, with the development of new approaches for the treatment of diseases; in agriculture with the progress of crops and food; Non-food uses of crops, environmental care, among other applications.

**Key words:** biotechnology; approaches; industrial.

## Resumo

O objetivo desta pesquisa é descrever as abordagens da biotecnologia industrial no Equador e na província de Esmeraldas. O construto teórico que sustenta este trabalho é que são abordados alguns aspectos relevantes da biotecnologia, tais como: história da biotecnologia, classificação da

biotecnología por cores, áreas da biotecnologia, aplicações da biotecnologia, processos e produtos. que pode ser obtido a partir de biotecnologia industrial e considerações finais. Foi utilizada uma revisão documental de textos e artigos relacionados à biotecnologia geral e industrial. A biotecnologia industrial possui inúmeras aplicações importantes, como na parte médica, com o desenvolvimento de novas abordagens para o tratamento de doenças; na agricultura, com o progresso das culturas e alimentos; Utilizações não alimentares de culturas, cuidados ambientais, entre outras aplicações.

**Palavras-chave:** biotecnologia; abordagens; industrial.

## **Introducción**

La biotecnología en los últimos años ha avanzado a pasos agigantados. Su aplicación en diferentes sectores de la industria ha permitido el constante progreso, con fines de producción de bienes o servicios a través de la experimentación y alteración genética de la materia viva. Estas innovaciones han generado dificultades de diversas índoles sobre todo en los países que no están completamente desarrollados, donde aún existen limitaciones tecnológicas que limitan las posibilidades de aprovechamiento de los recursos biológicos mediante la inversión económica.

La biotecnología actual, debe estar muy controlada en cuanto de estar vigilante a los impactos en el medio ambiente y la salud humana, debe avalar la seguridad de sus productos, evitando la biopiratería, los efectos del libre comercio y el otorgamiento indiscriminado de personas indiscriminadas que hacen uso o explotación de la biodiversidad. La biotecnología emplea nuevas estrategias y metodologías para analizar y utilizar la información genética de los seres vivos y cultivar los diferentes mecanismos elementales de la vida a nivel molecular, manejando los conocimientos con fines aplicados al área industrial.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1982) define la biotecnología como “la aplicación de principios de la ciencia y la ingeniería para tratamientos de materiales orgánicos e inorgánicos por sistemas biológicos para producir bienes y servicios”. La biotecnología es un área de índole multidisciplinario, que impacta de manera colateral a diversas áreas del conocimiento. El avance del conocimiento de la biotecnología necesita recursos humanos y materiales costosos de alta tecnología, de modo que la cooperación con grupos de investigación se hace indispensable. En este sentido, el apoyo internacional y nacional comprender mejor la evolución de la biotecnología en Ecuador y la provincia de Esmeraldas.

## **Desarrollo**

La Biotecnología se basa en la tecnología que trabaja, estudia y aprovecha los mecanismos e interacciones biológicas de los seres vivos, en especial los unicelulares, mediante un amplio campo multidisciplinario incluyendo disciplinas y ciencias como agronomía, biología, bioquímica, ecología, física, genética, ingeniería, medicina, química, virología y veterinaria, entre otras, así la describe Serrano (2017).

The Biotech Life Sciences Dictionary (2019), la define como “Uso de organismos vivos o técnicas biológicas desarrolladas en la investigación básica”. También el Convenio de Diversidad Biológica (1992), citada en la explica como “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”, es decir, la biotecnología, comprende investigaciones aplicadas que integra diversos enfoques provenientes de la tecnología y su aplicación en las ciencias biológicas.

## **Historia de la biotecnología**

La biotecnología tiene sus orígenes aproximadamente en el año 6000 A.C, con lo Babilonios cuando comenzaron con la fabricaron cerveza, a partir de someter a la cebada a levaduras para transformar el azúcar en alcohol. Posteriormente en el año 4000 A.C los egipcios utilizaron levaduras para fabricar pan y vino, estaban ya utilizando la biotecnología para realizar este proceso. Esta tecnología se conoce como biotecnología tradicional.

González (2011) argumenta que la biotecnología es “la culminación de más de 8000 años de experiencia humana en el uso de microorganismos y en los procesos de fermentación para hacer productos como el vino, el pan, el queso y el yogurt”. El descubrimiento de los antiguos pobladores de que el jugo de uva fermentado se convierte en vino, que de la leche se obtiene el queso y yogurt, que la cerveza se produce fermentando soluciones de malta y lúpulo, éste fue el comienzo de la Biotecnología, aunque históricamente se conoce como una habilidad artesanal que como una Ciencia.

La biotecnología se puede dividir en cuatro etapas en su desarrollo: Ancestral, Tradicional, Segunda Generación y Tercera Generación. La Biotecnología Ancestral es la que se conoce a la

época anterior a Louis Pasteur. Sus inicios se confunden con los de la humanidad y se define para ese tiempo como la aplicación artesanal de una experiencia, es decir, la Biotecnología era la práctica empírica de selección de plantas y animales y sus cruzas, a la fermentación como un proceso para preservar y enriquecer el contenido proteínico de los alimentos. Esta etapa ancestral se extiende hasta la segunda mitad del siglo XIX.

La biotecnología Tradicional o de Primera Generación es la más antigua de las ramas de la biotecnología. Existió antes del progreso de la microbiología, ésta surgió cuando las primeras fábricas de cerveza de los egipcios y sumerios se convirtieron en las cerveceras y otras manufacturas que se desarrollaron con la Revolución Industrial. El desarrollo de la Biotecnología Industrial puso al descubierto problemas que no se podían resolver con la aplicación de la experiencia acumulada.

Pasteur fue que dio inicio a la biotecnología tradicional o de primera generación con la identificación de microorganismos como causa de fermentación, seguido por el descubrimiento de Büchner de la capacidad de las enzimas, extraídas de las levaduras, de convertir azúcares en alcohol. Estos adelantos impulsaron a la aplicación de las técnicas de fermentación en la industria alimenticia y al desarrollo industrial de productos como las levaduras, los ácidos cítricos y lácticos y, finalmente, al desarrollo de una industria para la producción de acetona, butanol y glicerol, utilizando bacterias.

En relación a la Biotecnología de Segunda Generación desarrollada entre los años de 1920 y 1970. Se caracterizó por la expansión vertiginosa de la industria petroquímica, que tiende a desplazar los procesos biotecnológicos de la fermentación. Otro descubrimiento de esa época fue el de la penicilina por Fleming en 1928. Además, se desarrolló para esa fecha la aplicación de variedades híbridas en la zona maicera de los Estados Unidos, incrementando la producción.

Como cuarta etapa, la Biotecnología Moderna o de Tercera Generación. Esta comprende desde 1970 hasta la fecha. Su antecedente más notable es el descubrimiento de la doble estructura axial del ácido deoxiribonucleico (ADN) por Watson y Crick en el año 1953. Se inicia con los procesos que permiten la inmovilización de las enzimas, los primeros experimentos de Ingeniería Genética realizados por Stanley Cohen, Paul Berg y Herbert Boyer en 1973 y la aplicación en 1975 de la técnica del hibridoma para la producción de anticuerpos monoclonales. Otro descubrimiento notable fue el de creación del primer medicamento obtenido mediante Ingeniería Genética, la insulina humana.

La Biotecnología Moderna se caracteriza porque es intensiva en el uso del conocimiento científico. En la Biotecnología de Primera y Segunda Generación la innovación surgió en el sector productivo; en cambio, los desarrollos de la Biotecnología Moderna se producen principalmente en los centros de investigación, generalmente localizados en el seno de las universidades.

### **Clasificación de la biotecnología de acuerdo a colores**

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 1982), clasifica a la biotecnología dependiendo del sector al cual está enfocado. A continuación, se describe su clasificación de colores:

- Biotecnología roja: Se aplica a la utilización de biotecnología relacionados con la medicina. Tiene relación con la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades del ser humano. También se refiere a diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas y el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la manipulación génica.
- Biotecnología verde: Es la biotecnología aplicada a procesos agrícolas. Se espera que la biotecnología verde produzca soluciones más amigables con el medio ambiente que los métodos tradicionales de la agricultura industrial, centrada principalmente en los alimentos.
- Biotecnología azul: También llamada biotecnología marina. Se ocupa de explorar la utilización de recursos marinos o acuáticos para generar productos de interés. A través de ella se pretende el uso de organismos marinos completos, sus células o moléculas para proveer soluciones de utilidad para la sociedad.
- Biotecnología blanca: es también conocida como biotecnología industrial, es aquella aplicada a procesos industriales. Tienen como objetivo la creación de productos fácilmente degradables, que consuman menos energía y generen menos desechos durante su producción a través del uso de células y enzimas.
- Biotecnología morada: Se encarga de aspectos relacionados con la seguridad y la regulación jurídica y ética a considerar en la investigación e innovación en biotecnología.



- **Biotecnología Dorada:** Se relaciona con los desarrollos de las herramientas informáticas y modelos computacionales disponibles para el diseño de drogas, enzimas, rutas metabólicas (in silico); así como también novedosas nanoestructuras dentro de contextos biológicos.
- **Biotecnología Gris:** Se asocia con el uso de las herramientas de la ingeniería genética y biología molecular para mejorar el ambiente. Entre sus objetivos esta: la biorremediación, biofiltros, limpieza de contaminación, entre otros.
- **Biotecnología Amarilla:** Tiene que ver con el uso de los organismos vivos y/o biomoléculas en la industria alimentaria. Esencialmente se basa al uso de enzimas para la producción y procesamiento de los alimentos.
- **Biotecnología Marrón:** Se utiliza este término a la biotecnología utilizada en veterinaria. Uno de sus objetivos es desarrollar y producir fármacos, vacunas y mejoramiento animal.
- **Biotecnología Rosada:** se asocia a áreas de propiedad intelectual, patentes y bioseguridad de los procesos en los que interviene algún organismo vivo o alguna biomolécula obtenida de ellos. Sin embargo, aún es un tema bastante complejo, y se encuentra desarrollándose.

### **Áreas de la biotecnología**

Las aplicaciones de la Biotecnología se pueden ser clasificadas en siete amplias áreas:

1. Biotecnología Industrial
2. Biotecnología Animal
3. Biotecnología Vegetal o Agrobiotecnología
4. Biotecnología en Salud Humana o Médica
5. Biotecnología de los Alimentos
6. Biotecnología Ambiental
7. Biotecnología Marina (puede considerarse parte de la Biotecnología Animal)

En este apartado solo se abarcará la biotecnología industrial. La Biotecnología Industrial en el campo tecnológico de elementos biológicos ha incorporado nuevos desarrollos en el campo de la

genética integrando nuevas tecnologías precisas para la obtención de productos de una manera eficiente.

Rendueles y Díaz (2014), consideran la Biotecnología Industrial como “el campo relacionado con las Tecnologías para producir bienes y servicios usando organismos y materiales biológicos encontrados en la naturaleza, modificados o no”. El objetivo de la biotecnología industrial es el desplazamiento de materias primas fósiles por otras basadas en materiales biológicos o renovables, así como también con el ahorro energético, de residuos, e inferior impacto ambiental. Bajo el punto de vista social y tecnológico suelen indicarse algunas posibles ventajas o aspectos impulsores de la biotecnología industrial, así la describen Rendueles y Díaz (2014):

- Diversos aspectos de competitividad, como el ahorro de agua y de energía; y los beneficios económicos relacionados con ellos.
- La seguridad y diversificación de suministro materias primas, de combustible, alimentos, agua.
- La demanda del consumidor de productos diferenciados, y en particular la competencia internacional creciente que busca esta diferenciación.
- La visión de que la Biotecnología Industrial tiene menos costes de inversión, de operación y mayor eficacia tecnológica, al trabajar con frecuencia en condiciones más suaves.
- Las exigencias de procesos sostenibles, para las que parece que los procesos de biotecnología industrial pueden tener ventajas.
- Las políticas gubernamentales, impuestos, prestamos, apoyo a agricultura o apoyo comercial a productos, basados en la preparación de una sociedad de futuro. En todo caso el éxito de la biotecnología industrial debe producirse a través de ventajas económicas.

### **Aplicaciones de la biotecnología**

En la agricultura, la biotecnología aporta muchos beneficios como son: mayor resistencia a la sequía, resistencia ante enfermedades, la tolerancia a herbicidas, producción de cultivos que resisten el temible ataque de determinados insectos y producción de mejor calidad nutricional. Entre los procesos están la micro-propagación, biofertilizantes, biopesticidas y mejora en los piensos y la alimentación del ganado.



En el cuidado de la salud, la biotecnología es muy importante, se relaciona la prevención de enfermedades hereditarias, la terapia génica y la producción de sustancias terapéuticas y de vacunas, producción de anticuerpos.

En las aplicaciones del medio ambiente se refiere a la aplicación de los procesos biológicos modernos para la protección y restauración de la calidad del hábitat. Además, se trata de aprovechar un proceso biológico para usos comerciales y de la explotación. La biotecnología del medio ambiente empleada y usada para perfeccionar las tecnologías sobre el entorno natural y terrestre y para las mejoras de los suelos, también puede implicar tratar de producir un progreso biológico para usos comerciales y de la explotación y el empleo de microorganismos en procesos medio ambientales.

La biotecnología industrial tiene una amplia gama de aplicaciones. Tiene un gran potencial de aplicación, tanto en sectores clásicos como en sectores emergentes. Los usos más recientes son: Productos químicos de gran tonelaje y artículos indiferenciados, Productos de química fina y de especialidades químicas, enzimas, biocombustibles, biomateriales, entre otras aplicaciones.

A continuación, en la tabla 1, se presenta un esquema general de los diferentes procesos y productos que se pueden obtener a partir de la biotecnología industrial.

**Tabla 1.** Esquema general de los Bioprocesos Industriales

<i>Biocatalizador</i>	<i>Fases</i>	<i>Productos</i>	<i>Ejemplos</i>
Células	Líquida	Productos químicos	Bioetanol, ácidos orgánicos, bioplásticos
		Enzimas	Amilasas, celulasas
		Inóculos	"Starters", levadura del pan
		Productos farmacéuticos	Antibióticos, hormonas, esteroides,...
		Productos alimentarios	Bebidas fermentadas, vitaminas,
	Tratamientos ambientales	Tratamiento de aguas, de COV, metano	
	Sólida	Alimentos	Queso, productos cárnicos
		Tejidos	Piel, tejido hematopoyético
		Residuos y energía	Biogas, compost
Enzimas	Acuosa	Productos químicos	Aminoácidos, glutamato
	Orgánica	Síntesis orgánica	Uso de Hidrolasas (Lipasas, proteasas)
	Sólida	Hidrolisis	Hidrólisis de almidones
Sin biocatalizador	Sólida	Productos comerciales	Detergentes enzimáticos
		Vegetal- Materiales de construcción celular	Papel
		Vegetal- Materiales de almacenamiento de hidratos de carbono	Azúcar
		Animal Grasas	Manteca, Sebos
		Animal órganos	Hormonas
	Líquida	Vegetal	Aceites
		Animal- Proteínas	Lactosuero, sangre de mataderos, colas.

**Fuente:** Rendueles y Díaz (2014)

## Procesos y productos que se pueden obtener a partir de la biotecnología industrial

De acuerdo a Rendueles y Díaz (2014) y como se puede observar en la tabla 1, la biotecnología industrial se aplica de diferentes maneras:

Procesos de producción con células, son procesos biotecnológicos que están basados en microorganismos. Los organismos más frecuentes son las bacterias y levaduras, pero también se pueden utilizar otros cultivos celulares, incluyendo tejidos u órganos. Por sus implicaciones desde el punto de vista del bioproceso distinguiremos los procesos en fase líquida y en sólida. En la fase líquida, están los procesos de bebidas alcohólicas, ácidos orgánicos (vinagre, ácidos lácticos, ácidos cítricos, entre otros), grasas y aceites, polisacáridos, proteína unicelular, inóculos, enzimas, productos industriales, productos de uso alimentario, en la salud (antibióticos, bioinsecticidas, fitohormonas, esteroides), agua y residuos. En la fase sólida, los procesos son muy diferentes de la fase líquida y son muy comunes en el sector alimentario (pan, lácteos fermentados, leches fermentadas, mantequilla, cárnicos fermentados, vegetales fermentado, encurtidos, entre otros), producción de células vegetales y cultivos de células animales.

Transformaciones industriales con enzimas, para esta aplicación, las enzimas están muy extendido en procesos industriales. El coste del biocatalizador (el enzima) representa un porcentaje importante en el coste total del proceso. En la purificación industrial de las enzimas el coste es aún mayor cuando se requiere alta pureza requiriéndose técnicas costosas (cromatografía, electroforesis) para su purificación industrial. Se puede encontrar algunos como se describen: Industria de la alimentación, Otros usos industriales (hidrólisis de polisacáridos, transformación de glucosa en fructosa, producción de aminoácidos esenciales, glutamato), enzimas en fase orgánica, uso directo: detergentes, usos en medicina.

Aprovechamiento de materiales biológicos, existen innumerables materiales biológicos, unos de crecimiento agrario o boscoso y otros de crecimiento animal, presentan importantes usos industriales. Algunos productos de origen vegetal y animal. Los de origen vegetal se puede encontrar: Materiales de almacenamiento de hidratos de carbono, materiales de construcción celular vegetal y aprovechamiento de aceites. Con respecto a los productos de origen animales se centran en tres sectores: alimentario, pieles, cueros y plumas, hormonas, grasas animales, harinas de carne y huesos, aprovechamiento de proteínas residuales

## Conclusiones

La Biotecnología actual es un enfoque multidisciplinario que involucra varias disciplinas y ciencias, por lo que abarca un área amplia del conocimiento que surge en el saber disciplinar de la Ciencia Básica: Biología Molecular, Microbiología, Biología Celular, Genética, entre otros; de la Ciencia Aplicada: Técnicas inmunológicas y bioquímicas, así como técnicas basadas en la Física y la Electrónica; y de otras tecnologías como son: Fermentaciones, Separaciones, Purificaciones, Informática, Robótica, Control de Procesos, entre otras. Es una red compleja de conocimientos donde la Ciencia y la Tecnología se entrelazan y complementan entre sí.

La biotecnología industrial se identifica por el desarrollo de procesos químicamente sostenibles, por medio de la utilización de biocatalizadores y microorganismos escogidos o transformados genéticamente. El uso de la biotecnología permite perfeccionar las técnicas productivas, así como la disminución del consumo energético y de las materias primas, así como la disminución de residuos sólidos, líquidos o gaseosos.

La biotecnología industrial se proyecta como una alternativa a procesos que parecen ser menos sostenibles. La reducción del impacto medioambiental de los métodos biotecnológicos es uno de los elementos que la industria presenta para su desarrollo. La Biotecnología Industrial posee fuertes perspectivas de desarrollo en prácticamente todos los sectores industriales en Ecuador y a nivel global.

Con el avance de la biotecnología se despliega un mundo de nuevas posibilidades innovadoras y el continente latinoamericano especialmente Ecuador, no escapa de ella, donde la biotecnología es una posibilidad adecuada para la sociedad, un ejemplo de ellas, es que Ecuador en la biotecnología industrial, es el que contiene más laboratorios en relación al estudio de especies vegetales, siendo la agricultura una actividad económica de máxima importancia en la mayoría de los países latinoamericanos.

El reto de los países latinoamericanos es establecer políticas que coadyuven a mejorar la disponibilidad local de infraestructuras y el financiamiento, para aprovechar de manera plena los recursos humanos y aportar a la solución de problemas de alto impacto social. Estas tecnologías de última generación tendrán un alto impacto en los campos de relacionados con la medicina y la producción agropecuaria.

## Referencias

1. González, R. (2011). Biotecnología, Historia y Desarrollo. II CONGRESO MULTIDISCIPLINARIO E INTERNACIONAL DE AGROBIOTECNOLOGÍA. ResearchGate. Documento en línea. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/BiotecnologiaHistoriayDesarrolloIINIFAPRO25-11-20111.pdf
2. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (1992). Naciones Unidas. Convenio sobre la diversidad biológica. Documento en línea. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
3. Rendueles, M. y Diaz, M. (2014). BIOTECNOLOGÍA INDUSTRIAL. ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura Vol. 190-768, julio-agosto 2014, a155 | ISSN-L: 0210-1963. Documento en línea. Disponible en: file:///Downloads/1957-2915-1-PB.pdf
4. Serrano, D. (2017). INDUSTRIA DE LA BIOTECNOLOGIA. ResearchGate. Documento en línea. Disponible en: file:///Libro%20ponencias/Biotecnología/Industriadelabiotecnologia-PreservaciondeCelulasMadre.pdf
5. The Biotech Life Sciences Dictionary (2019). Documento en línea. Disponible en: <http://life.nthu.edu.tw/~g864204/dict-search.html>

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).