

Biotechnology as a solution for sustainable drug production.
La biotecnología como solución para la producción sostenible de
medicamentos.

Autores:

Mgs. Tirado-Valladares, Blanca Germania
UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA.
Magister en Biomedicina
Puyo-Ecuador

 bg.tiradov@uea.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0009-5193-689X>

Mgs. Mamani-Condori, Eddy Erik
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
Magister en Derecho Constitucional y Procesal Constitucional
Puno - Perú

 eemamani@epg.unap.edu.pe

 <https://orcid.org/0000-0002-4433-8957>

MBA. Orellana-Intriago, Fernando Rodolfo
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Maestro en Administración de Negocios - MBA
Guayaquil – Ecuador

 fernando.orellanai@ug.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-3266-9265>

MAE. Chancay-Quimis, Jovanny Desiderio
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.
Magister en Administración de Empresas Mención Recursos Humanos y Marketing
Guayaquil - Ecuador

 geovanny.chancayq@ug.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0003-0308-7343>

Fechas de recepción: 22-MAR-2025 aceptación: 22-ABR-2025 publicación: 30-JUN-2025

 <https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Hoy en día se ha observado una gran demanda de medicamentos, debido al aumento de diversas enfermedades y patologías que afecta la población mundial, además la necesidad de ajustarse a las prácticas de producción sostenibles, hace necesario la exploración de la biotecnología como una solución viable para lograr la revolución de la producción de medicamentos, centrándose en su capacidad para ofrecer alternativas ecológicas a los métodos tradicionales. El objetivo analizar el potencial de la biotecnología para alcanzar una producción sostenible de medicamentos. El tipo de metodología fue bibliográfica, ya que la información se obtuvo de la consulta de diferentes fuentes como artículos científicos, tesis conferencias, libros electrónicos, entre otros documentos. Como resultado se obtuvo que la biotecnología es una ciencia que llega para mejorar diferentes procesos en varios sectores, siendo uno de ellos el sector farmacéutico, responsable de la producción de medicamentos, a través del uso de organismos vivos o sistemas biológicos, garantizando así una preservación de los recursos naturales agotables y minimizando los procesos de contaminación a través de los residuos sólidos. La aplicación de la biotecnología ha traído grandes beneficios para lograr una producción eficiente y sostenible de medicamentos a través del aprovechamiento de sistemas biológicos, optimizando recursos y mejorando la calidad de los productos farmacéuticos.

Palabras Clave: Biotecnología; producción; sostenible; medicamentos

Abstract

Today, there has been a high demand for medicines due to the increase in various diseases and pathologies affecting the world's population. In addition to the need to adapt to sustainable production practices, the exploration of biotechnology as a viable solution to revolutionize drug production is necessary, focusing on its ability to offer ecological alternatives to traditional methods. The objective was to analyze the potential of biotechnology to achieve sustainable drug production. The methodology used was bibliographic, as the information was obtained from different sources such as scientific articles, theses, conferences, e-books, among other documents. The result was that biotechnology is a science that has been developed to improve different processes in various sectors, one of them being the pharmaceutical sector, responsible for the production of medicines through the use of living organisms or biological systems, thus guaranteeing the preservation of exhaustible natural resources and minimizing contamination processes through solid waste. The application of biotechnology has brought significant benefits to achieving efficient and sustainable drug production by leveraging biological systems, optimizing resources, and improving the quality of pharmaceutical products.

Keywords: Biotechnology; production; sustainable; medicines

Introducción

La demanda de medicamentos ha venido en crecimiento, originada por el envejecimiento de la población y un notable aumento de enfermedades crónicas, causando que las empresas farmacéuticas tengan que asumir grandes desafíos. La producción tradicional de medicamentos a menudo depende de procesos químicos intensivos y de recursos que no son renovables, que impacta negativamente el medio ambiente al igual que la sostenibilidad a largo plazo.

Quintana y González (2024), mencionan que el sector farmacéutico usa distintos recursos para la generación de bienes, que tienen incidencia en sus procesos productivos y que lanzan al ambiente subproductos indeseables, a los cuales no se les asigna precios ni mercados, como por ejemplo las emisiones de contaminantes en la atmosfera, descargas en aguas residuales y residuos peligrosos y no peligrosos, lo cual conlleva a que esta producción cause un gran impacto climático y contaminación en el mundo, gracias a la generación de los residuos sólidos y a falta de un control ambiental.

Sin embargo, es notable que la contaminación por medicamentos no solo es generada por los desechos y emisiones contaminantes que emiten las industrias farmacéuticas, sino que también los medicamentos de uso doméstico que son desechados, también pueden generar contaminación.

En este sentido, Felipe et al. (2021), señalan que los medicamentos que no se usan o se vencen, son desechados en la basura doméstica, o en algunos casos en los inodoros, acciones que pueden producir impactos negativos tanto en el suelo como en cuerpos híbridos. Esto gracias a la volatilidad de los compuestos farmacológicos su distribución puede producir por medio del transporte en ambientes acuáticos y también por la cadena alimentaria, detectándose en cuerpos de agua y también es estudio realizados a animales con interferencia de la acción hormonal, así como un aumento considerable de volatilidad a el cáncer sensible a las hormonas como son los tumores de mama, próstata, ovarios y útero. También se ha evidenciado que la contaminación de aguas dulces por medicamentos de uso humano como lo son los ansiolíticos, estrógenos y antibióticos, que generan un gran impacto en el ecosistema como la feminización de peces machos y la resistencia de organismos a antibióticos.

Por todo lo anterior, es que se considera que la industria farmacéutica, como una amenaza mundial para el medio ambiente y la salud de los seres humanos, dado a los malos manejos de medicamentos que van a parar a el agua dulce, marina y terrestre. Cabezas (2022)

Esta situación ha llevado a que se toman diversas medidas por diferentes organismos internacionales para tratar de menguar el impacto que causa la contaminación por parte de los residuos sólidos y medicamentos farmacéuticos, como por otros factores.

Una de las más recientes propuestas que se han realizado con el propósito de alcanzar un desarrollo sustentable en el mundo para cuidar y proteger no solo el medio ambiente sino a los seres humanos, son los objetivos de desarrollo sustentable, proclamados por la ONU el 25 de septiembre del 2015, donde los líderes mundiales acogieron varios objetivos globales con el propósito de erradicar la pobreza, la protección del planeta y el aseguramiento de la prosperidad para todos, fijando la meta a cumplir en 15 años, para lo cual es necesario la participación de gobiernos, sector privado, sociedad civil y todas las personas del mundo. Organización de Naciones Unidas (2025)

La biotecnología con respecto a la producción de medicamentos se relaciona con algunos objetivos del Desarrollo Sostenible como lo son:

- El objetivo No. 3: Salud y bienestar, ya que se ha convertido en una herramienta esencial para desarrollar nuevos medicamentos, vacunas y terapias, para mejorar la salud, así como la producción de medicamentos más accesibles y asequibles, además de contribuir con la lucha de enfermedades infecciosas y no transmisibles.
- El objetivo No. 9: Industria, innovación e infraestructura, ya que esta ciencia promueve la innovación en la industria farmacéutica para generar nuevos procesos de producción sostenible y fomentar la investigación y desarrollo de tecnologías, que permitan crear nuevos empleos y contribuir al crecimiento económico.
- El objetivo No. 12; ya que a través de la biotecnología se logra una producción de medicamentos con menor impacto ambiental, minimizando el uso de residuos naturales y la generación de residuos contaminantes y también por que promueva adoptar prácticas de producción sostenible en la industria farmacéutica.

Ahora bien, ¿Que se entiende por sostenible o sustentable?

Ruíz (2022), menciona que este concepto apareció en 1972 en la Declaración de Estocolmo, definiéndolo como un proceso que busca la preservación de los recursos naturales para beneficiar las presentes y futuras generaciones. En 1992 en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Rio de Janeiro, se emite el informe Brundtland, el cual especifica no solo un desarrollo relacionado con el crecimiento económico, sino que incluye la

dimensión ecológica, dando paso al término de sustainable development, que significa desarrollo sostenible.

Por su parte, Silván et al. (2023), señalan que la sostenibilidad es un conjunto de ideas, actitudes, intenciones y comportamientos que buscan la preservar los recursos naturales y el respeto al medioambiente, con mirar a equilibrar la economía y asegurar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Pérez (2022), acota que la sostenibilidad es el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de hoy, con afectar o comprometer las capacidades para generaciones futuras, buscando garantizar el equilibrio del crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

En resumen, lo sostenible o la sostenibilidad no es más que aquello que tiene la capacidad para perdurar en el tiempo, sin que se agoten los recursos que están disponibles ni dañando el medio ambiente.

Gómez (Gómez, 2024), asegura que las empresas para cumplir con la sostenibilidad, estas deben participar en actividades que puedan:

- Extender la vida socialmente útil de las empresas
- Mejoran la capacidad del planeta para mantener y renovar la posibilidad de la biosfera y la protección de todas las especies vivas
- Mejoran la capacidad de la sociedad para poder mantenerse y resolver cada uno de sus problemas
- Mantener un nivel decente de bienestar tanto para las generaciones de ahora y del futuro.

Al término sostenible se le antepuso el de producción, a efecto de vincularlo a los diferentes procesos. El concepto de producción sostenible es señalada por Hernández (2021), como la forma de hacer mucho más y mejores cosas, utilizando menos recursos y aplicando normas de gestión para los residuos y recursos, para una producción más limpia (PML), transporte sostenible, eco etiquetado y certificación, compras y comercialización sostenible, hasta lograr la implementación de un estilo de vida que sea más considerado con el ambiente.

En este sentido, según la Secretaria de Ambiente de Bogotá (2021), que para que las organizaciones puedan cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, deben implementar estrategias para lograr una producción más limpia y de esta forma impactar positivamente a la sociedad, por ello se plantea que realicen estas acciones:



1. Adopción de buenas prácticas: Se deben crear procesos preventivos orientados a la minimización de desperdicios de materias primas, reducir la producción de residuos y ahorrar energía.
2. Sustitución de insumos: Se refiere al cambio de sustancias o materias primas que suelen ser contaminantes por otras que sean menos nocivas.
3. Segregación de residuos: Es necesario que aquellos restos que queden del proceso de producción sean clasificados y dispuestos correctamente.
4. Recuperación: Grandes cantidades de residuos ocasionados en el proceso de producción pueden ser aprovechados y convertirlos en nuevos bienes.
5. Transformación de procesos: Para desarrollar actividades de producción es necesario encontrar la forma de transformar las condiciones operativas para usar mejor cada recurso.
6. Optimizar la tecnología para beneficiar el entorno: Es necesario la sustitución de equipos y maquinarias utilizadas por tecnologías más innovadoras que incorporen el cuidado del ambiente.

Sin embargo, también el termino de producción sostenible va de la mano con el consumo, por lo que Castellanos (2023) acota que se refiere de la utilización de bienes y servicios que cubren las necesidades básicas y suministran una mejor calidad de vida y también minimizando la utilización de los recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminante dentro del ciclo de la vida, lo cual genera riesgos para las futuras generaciones.

Por otro lado, Prada y Rozo (2021), mencionan que según la CEPAL en Latinoamérica los modelos de consumo y producción sostenibles, son requisito para lograr una verdadera equidad, inclusión y sostenibilidad ambiental, por lo cual deben establecer objetivos como pilar transversal de una nueva agenda para desarrollar, tomando en cuenta que las economías tienen una brecha desarrollo alta y el camino está trazado por acciones que busquen la mejora de la calidad del medio ambiente.

En conclusión, la producción sostenible es aquella que debe crear bienes y servicios a través del uso de procesos y sistemas que no dañen el medio ambiente, ayuden a la conservación de la energía y los recursos naturales y que sea segura para la sociedad.

La presente investigación tiene como objetivo analizar el potencial de la biotecnología para alcanzar una producción sostenible de medicamentos, tema de gran relevancia ya que la industria



farmacéutica, responsable de la fabricación de medicamentos es considerada como una de las que más afecta el medio ambiente por los desechos tóxicos que generan.

Metodología

El tipo de investigación es bibliográfica, ya que consistió en la revisión y análisis de fuentes de información existente como artículos científicos, revistas, libros electrónicos, conferencias, entre otros, con el propósito de obtener los contenidos más importantes y relevantes para desarrollar el tema “La biotecnología como solución para la producción de medicamentos”

Resultados

La industria farmacéutica es la encargada de investigar, desarrollar, producir y distribuir medicamentos, se considera uno de los sectores más lucrativos del mundo, y en los últimos veinte años ha experimentado un crecimiento notable, dado a que continuamente está en la búsqueda de soluciones a enfermedades como lo son el sida y más recientemente enfrentar la pandemia del Covid-19, alcanzando para el 2022 un total de ingresos globales alrededor el billón y medio de dólares americanos. Pérez et al. (2024),

Además, Cely y Escobar (2024), aseguran que la industria farmacéutica es la que se encarga de producir, preparar y vender químicos medicinales para el tratamiento o prevención de enfermedades, pero igualmente, llevan a cabo constantes actividades de investigación y desarrollo (I+D), para el desarrollo de medicamentos nuevos. Asimismo, este sector usa procesos fisicoquímicos: operaciones unitarias y procesos biológicos: microbiología, biotecnología, y otros, para la transformación de materia prima en productos farmacéuticos, productos biológicos y biotecnológicos, sustancias químicas medicinales, fisioterapéuticos, apósitos médicos impregnados, guatas medicinales, vendajes para fracturas y suturas.

Es indudable el papel fundamental del sector farmacéutico en el mundo, por ser el encargo de asegurar el aprovisionamiento de medicamentos para cuidar, preservar y curar la salud de los seres vivos.

Es por ello, que es importante conocer una nueva ciencia que llegó a revolucionar muchos sectores, incluyendo al farmacéutico como lo es la biotecnología.

Tal y como lo menciona Rios (2024), fue en 1950 que se marcó el comienzo de la era de la biotecnología, momento en el cual se descubrió la estructura del ADN por James Watson y Francis

Crick. Para 1970 se desarrollaron las técnicas de ADN recombinante, que dio paso a la ingeniería genérica y manipulación de organismos a nivel celular.

La biotecnología para Zabal (2024), es una disciplina que combina tanto conocimientos como técnicas de la biología, microbiología, bioquímica, biología molecular, genética, química e ingeniería química, con el fin de realizar exploraciones y aprovechamiento de procesos biológicos, donde se usan organismos o sus componentes en distintas industrias, desde la manufacturera hasta la gestión ambiental.

En concordancia con lo anterior, Huaman (2021), señala que es la ciencia multidisciplinar, donde se ven involucradas otras ciencias como lo son la química, la biología y la economía, la cual surgió por las proyecciones del futuro con base al crecimiento demográfico y las posibilidades de solvencia socioeconómica de los países.

Para Milán et al. (2024), la biotecnología se refiere a la utilización de organismos vivos, células y moléculas con el propósito de producir productos que sean útiles para el ser humano, convirtiéndose en un campo usado para desarrollar nuevos productos que incluye desde alimentos hasta productos químicos y medicamento. Esta ha permitido, además, la producción de alimentos más nutritivos, desarrollar nuevos fármacos y mejorar los procesos para la producir productos químicos.

Por otro lado, Amaro (2023), señala que la biotecnología es un cumulo de conocimientos y métodos, por medio de los cuales se utilizan organismos vivos para generar nuevos productos, procesos y servicios, que son aplicados en distintas áreas de la agricultura, alimentación, farmacia, química y también a proteger a medio ambiente de distintos sistemas como lo son: tratamientos a los residuos sólidos, mejora de la producción de cultivos agrícolas o desarrollar nuevas vacunas.

Asimismo, Blanco y Martínez (2021), mencionan que la biotecnología es un área de conocimiento, con carácter multidisciplinar, que tiene como trabajar para identificar y tratar la materia viva, y conseguir desarrollos y aplicaciones que puedan aportan resultados efectivos con el propósito de mejorar la calidad de vida de los seres humanos, constituyéndose como un sector estratégico y de gran importancia economía y social para las potencias del mundo.

Además, Calvo y Alvarado (2024), mencionan la definición señalada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)., la cual la conceptualiza como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos y a sus partes, productos y modelos, para afectar materiales vivos o no, para producir conocimientos, bienes y servicios, categorizando las acciones

de biotecnológica en siete categorías: ANC/ARN; proteínas y otras moléculas; cultivo e ingeniería de células y tejidos, bioprocesos, vectores de genes y ARN; bioinformática y nanobiotecnología. Según lo expuesto por Amaro (2023), la biotecnología es un modelo que aún no está solidificado, dado al alto grado de incertidumbre y complicación de la base de conocimiento, sin embargo, existe un proceso de difusión intersectorial o “industria industrializante”, que significa que en términos de tecnología es capaz de trastocar las industrias por medio de transformaciones técnicas, organizacionales y productivas, notándose generalmente en la industria farmacéutica.

Esta ciencia sin duda alguna, ha venido a revolucionar el mundo y con un propósito de mejorar procesos para garantizar el cuidado del medio ambiente y por ende el cuidado del bienestar de los seres humanos.

A pesar de los grandes beneficios que ha traído la biotecnología, no escapa de la generación de algunos riesgos. Villacreses et al. (2022), asegura que existen algunos riesgos al aplicar la biotecnología, los cuales se clasifican en dos categorías:

- Riesgos para el medio ambiente, siendo uno de los principales peligros la polinización cruzada, a través de la cual el polen de los cultivos genéticamente transformados se propaga, a cultivos que no están modificados genéticamente en campos cercanos, causando que se dispersen con algunas características como resistencia a los herbicidas. Otro ejemplo es la utilización de genes que producen toxinas insecticidas, como lo es el gen del *Bacillus thuringiensis*, la cual puede generar el desarrollo de una resistencia al gen en insectos que están expuestos a los cultivos. Además, también se puede perder la biodiversidad como causa del desplazamiento de cultivos tradicionales por pequeños cultivos transformados genéticamente. También los procesos de progreso del confín agrícola en zonas tropicales y subtropicales, que suelen impactar negativamente el ambiente como lo son los procesos de erosión de los suelos mayormente en áreas templadas y la pérdida de la biodiversidad.
- Riesgos para la salud; algunos de estos riesgos son la transferencia de toxinas de una forma de vida a otra, creación de nuevas toxinas o transferencia combina de alérgenos de una especie a otra, lo cual puede ocasionar reacciones alérgicas inesperadas. El riesgo de que bacterias y virus modificados puedan escapar de los laboratorios de alta seguridad logrando infectar a la población humana y animal. Los

agentes biológicos pueden clasificarse en función de los riesgos de infección, que se componen de cuatro grupos:

- Agentes biológicos del grupo que son poco probables que originen enfermedades en los individuos.
- Agente biológico del grupo que son capaces de causar alguna enfermedad en los individuos y puede indicar un peligro para trabajadores, y que es posible también la propagación a la colectividad generado profilaxis o tratamiento eficaz.
- Agente biológico del grupo que puede causar una enfermedad grave al individuo y representa un grave peligro para los trabajadores, con riesgo a propagación a la colectividad, generando profilaxis o tratamiento eficaz.
- Agente biológico del grupo que originando una enfermedad grave en el individuo también presume un serio peligro para los trabajadores con alta probabilidad de propagación a la colectividad y sin que haya una profilaxis o tratamiento eficaz.

De igual manera es relevante mencionar que la biotecnología tiene diversas aplicaciones, de las cuales Peláez y Hernáiz (2022), indican que son múltiples y en distintos campos. Para explicar el ámbito de aplicación se aplican adjetivos cromáticos, o sea se le asigna un color dependiendo del campo. A continuación, se mencionarán algunos de estos,

1. Biotecnología roja: Es la aplicada en el sector salud, y son innumerables abarcando múltiples aspectos, desde la producción de medicamentos nuevos: fármacos biotecnológicos, hasta desarrollar nuevas estrategias terapéuticas: terapias avanzadas o aplicaciones de diagnóstico, entre otras.

- En el ámbito de los medicamentos la biotecnología ha causado una gran revolución, desde la aparición de la insulina como el primer fármaco que se produjo a través de esta tecnología, se han desarrollado diversos productos denominados como fármacos biológicos o biotecnológicos, y que constituyen una gran aportación de la biotecnología moderna al armamentarium que está a disposición de la medicina para el tratado de enfermedades. Es por ello que el impacto de estos medicamentos que están compuestos por proteínas: vacunas, hormonas, anticuerpos monoclonales,

citoquinas, factores de coagulación entre otros, y en menos porción por ácidos nucleicos.

- En el ámbito terapéutico se han desarrollados distintas alternativas a los tratamientos farmacológicos. Uno de los procedimientos es la edición del genoma de especies complejas conocida como terapia genética, la cual aborda terapéuticamente para tratar de corregir algún gen que esté funcionando incorrectamente, siendo la base responsable de una patología, donde más que corregir el gen que está afectado, busca intentar reemplazarlo por una versión funcional del mismo o sencillamente agregar una versión funcional adicional al genoma de las células para suministrar a estas la capacidad para producir la proteína que devuelva al tejido y al organismo a su estado normal. También está la terapia celular que fue posible desarrollar por los avances de la biotecnología y trata de la infusión o implantación en un paciente de células de algún tipo que tienen fines terapéuticos.
 - En el ámbito del diagnóstico: Es este ámbito ha aportado grandes avances, como la tecnología conocida como PCR (Polymerase chain reaction), la cual es una tecnología que se fundamenta en la amplificación de regiones de DNA conocidas, que es lo mismo que crear millones de copias de una secuencia, para posteriormente utilizarla con algún propósito. También esta tecnología está basada en el uso de unas enzimas, las DNA-polimerasas, aisladas de microorganismos termófilos, que viven en condiciones extremas de temperatura a más de 90°C... Otros diagnósticos utilizados a nivel doméstico son los glucómetros que se usan para pacientes diabéticos para conocer sus niveles de glucosa en sangre o también os test de embarazo.
2. Biotecnología verde: Desde los años 90 la biotecnología hizo posible la introducción de genes específicos en especies vegetales o la edición de un genoma para cambiar sus características. El manejo genético de las plantas se ha utilizados esencialmente para introducir en estos genes de resistencia a plagar o a herbicidas que provienen de otras especies. Son muchas las variedades transgénicas que se han creado para mejorar la producción, aunque solo pocas han avanzado hasta llegar a la fase de

producción agrícola, siendo el maíz, la soja, el algodón y la colza las principales especies que se cultivan en varios sitios de mundo, específicamente en los continentes americano y asiático, en Europa este tipo de cultivo tiene poca presencia a pesar de contar con el visto bueno de las autoridades. Otra de las aplicaciones es la transgénesis en plantas, cuya utilidad para la creación de biofactorías cultivables para la producción de proteínas de gran interés, siendo el primer fármaco aprobado en 2012, una enzima humana usada para usarla contra la enfermedad de Gaucher, enfermedad genética rara que es causada por deficiencias en esta enzima (glucocerebrosidasa), el fármaco (Taliglucerasa alfa, Elelyso), es obtenido de la zanahoria que se modifica genéticamente, existiendo innumerables fármacos biotecnológicos que se producen con plantas como vacunas, anticuerpos, anticuerpos monoclonales y otros tipos en diferentes fases de desarrollo preclínico y clínico.

3. Biotecnología blanca: Se aplica en el sector industrial y se relaciona con el uso de sistemas biológicos para fabricar, transformar y degradar moléculas, usando procesos enzimáticos y fermentativos, para aplicar en distintos sectores industriales como el de materiales, químico, energético, alimentación o farmacéutico. Está asociada con el desplazamiento de materias primas fósiles por otras que se basan en materiales biológicos o renovables, así como lo es el ahorro energético, de residuos, e impacto ambiental. Se centra en el uso de sistemas biológicos como células enteras o enzimas, que son usadas como biocatalizadores para la producción de productos de interés en la industria, el uso de enzimas y/o células con sustratos no naturales denominado como biocatálisis. La aplicación de la biotecnología industrial en productos que se usan a diario son múltiples, como por ejemplo las enzimas que están aisladas de microorganismos que forman parte de los componentes de detergentes doméstico y se usan también para procesar productos textiles o de alimentos. A partir de microorganismos son manipulados genéticamente, produciendo innumerables compuestos de utilidad en múltiples campos como: aditivos alimentarios como el aspartamo, aminoácidos, vitaminas, productos farmacéuticos como los antibióticos, beta-lactámicos y otros, compuestos orgánicos de uso industrial como la acetona, el butanol, el butanodiol o bioplásticos. También la biotecnología ha permitido la producción de biocombustibles como el bioetanol, biodiesel, biogás, convirtiéndose

en una alternativa para los combustibles fósiles, usándolos en procesos de biorremediación para proveer la recuperación del ambiente contaminado, y otros usos.

Lo anterior demuestra que esta ciencia, es aplicada a distintos sectores de la sociedad, con el propósito de mejorar los procesos, pero sobre todo de aprovechar los recursos renovables y preservar lo que no lo son, y también de garantizar el uso de materiales e insumos que no contaminen el ambiente o puedan generar enfermedades a las personas, de allí a que este asociado a conseguir una producción sostenible, sobre todo en el campo de los medicamentos.

Según, Bolaños (2024), la biotecnología en el ámbito farmacéutico ha logrado la transformación de los procesos para el descubrimiento y desarrollo de medicamentos, la ingeniería genérica ha logrado la producción de proteínas terapéutica recombinantes como lo son los anticuerpos monoclonales y factores de crecimiento, que se usan para tratar enfermedades como el cáncer, enfermedades autoinmunes y enfermedades genéticas.

Los medicamentos producidos bajo esta ciencia son conocidos como medicamentos biológicos, los cuales tal y como lo menciona Roca (2023), son los que se obtienen usando microorganismos, sangre u otros tejidos, fabricados con uno o más de los elementos siguientes:

- Crecimiento de cepas de microorganismos en diferentes tipos de sustratos
- Uso de células eucariotas.
- Extracción de sustancias de tejidos biológicos, que incluye tanto los humanos como animales y vegetales.
- Productos conseguidos por ADN recombinante o híbridos.
- Propagación de microorganismos en embriones o animales, entre otros.

Por su parte, Ramírez et al. (2021), mencionan que estos medicamentos biológicos son productos que están compuestos por ingredientes activos y producidos por fuentes biológicas, ya a finales del siglo XX, un gran número de estos medicamentos eran obtenidos de órganos como fue el caso de la insulina que se obtenía del páncreas de los cerdos o también de fluidos biológicos humanos como lo es el plasma.

Este tipo de medicamentos han sido de gran importancia en el tratamiento de enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades neurológicas, reumatológicas o endocrinas, las cuales no contaban con alternativas terapéuticas, lo cual ha sido posible gracias a la innovación con fármacos biosimilares y biológicos.



Discusión

El uso de la biotecnología ha ido creciendo al pasar el tiempo, donde los países han buscado su implementación a fin de poder ajustarse a los objetivos de desarrollo sostenibles y de esta manera poder proteger el medio ambiente y garantizar la salud de las personas.

En la investigación realizada por (Herraiz, Pino, Cornejo, Ortiz, & Riveros, 2023), titulada “Estudio sobre brechas y oportunidades de adopción regional de la biotecnología para la definición de clústeres nacional del Centro de Biotecnología Traslacional”, se evidencio que en Chile se ha implementado la biotecnología a partir del año 2007, fijándose un plan para el fortalecimiento en este ámbito y de esta forma impulsar el crecimiento de la industria y a su vez, lograr la promoción del desarrollo sostenible. Esta industria ha logrado desarrollarse en cinco rubros como lo son la salud humana, salud animal, agricultura, minería y energía. Particularmente en el sector salud, ha presentado un gran crecimiento y desarrollo, gracias a la combinación de recursos naturales, infraestructuras y capital humano de calidad, que se dedican a investigar y desarrollar medicamentos, terapias y diagnósticos para tratar distintas enfermedades.

En un artículo realizado por (Díaz, 2021), titulado “Exportaciones e importaciones más significativas para Cuba: insumos médicos”, su principal objetivo fue mostrar las principales exportaciones e importaciones en el país, sin embargo, también se centra en el tema de la industria biotecnológica, la cual tuvo su origen en los años 80, creándose diversas instituciones científicas, para desarrollar productos biotecnológicos. Todo esto ha originado grandes transformaciones en el sector salud, logrando incrementar la calidad y satisfacción de la población con los servicios que se prestan, así como aseguran un sistema eficiente y sostenible para garantizar el desarrollo. Para el 2012 se crea la empresa Biocubafarma, una industria Biotecnológica y Farmacéutica, cuyo propósito es la investigación, desarrollo, producción y comercialización de medicamentos, sistemas de diagnóstico, equipos médicos y servicios de alta tecnología. El principal interés de esta industria en Cuba es solucionar los problemas que afectan la salud, logrando desarrollar bajo la biotecnología un grupo de vacunas en la que podemos nombrar: Vacuna antihepatitis B, creada por el CIGB, Vacuna anti-meningocócida, creada por el Laboratorio Farmacéutico Carlos J. Finlay, entre muchas otras que no solo son usadas a nivel interno, sino que también son exportadas a otros países.

Conclusiones

La biotecnología se muestra como una fuerza transformadora que tiene como propósito buscar la producción de medicamentos sostenibles, aprovechando los distintos sistemas biológicos que brindan grandes soluciones para reducir el impacto ambiental, optimizar la utilización de recursos y mejorar la calidad de los productos farmacéuticos.

Es por ello que es necesario que las empresas adopten esta ciencia como una herramienta que sin duda les permitirá generar una producción sostenible, creando productos y procesos más limpios y eficientes

En conclusión, la biotecnología tiene potencial para revolucionar la industria farmacéutica y abrir nuevas posibilidades para producir medicamentos sostenibles y accesibles para todos, contribuyendo así a lograr los objetivos de desarrollo sostenible, con miras a preservar, cuidar y mantener el medio ambiente para cada uno de los seres vivos.

Referencias bibliográficas

- Amaro, M. (2023). Aspectos socioeconómicos e institucionales de la biotecnología en México. Ciudad de México, México. Obtenido de https://ru.iis.sociales.unam.mx/bitstream/IIS/6080/2/aspectos_socioeconomicos_biotecnologia_mexico.pdf
- Blanco, S., & Martínez, M. (septiembre de 2021). La evolución de la biotecnología en el campo de las patentes y su aplicación en los medicamentos biológicos. Revista Dianas, 10(2). Obtenido de https://dianas.web.uah.es/article/10/2/dianas_2021_10_2_e202109fa01_blanco-marquez_y_martinez-velon.pdf
- Bolaños, I. (2024). Potencial uso biotecnológico de polisacáridos excretados por microalgas. Trabajo Fin de Grado, Universidad de La Laguna. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/36962/Potencial%20uso%20biotecnologico%20de%20polisacaridos%20excretados%20por%20microalgas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabezas, E. (2022). Nivel de conocimiento acerca de la contaminación generada por la eliminación de residuos farmacéuticos del personal de farmacias y boticas del Rimac, 2022. Tesis,

Universidad Norbert Wiener, Lima. Obtenido de
<https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a9dc184e-eeb1-4d79-9420-6219d608ec99/content>

Calvo, L. A., & Alvarado, C. (noviembre de 2024). Centro de Investigación en Biotecnología: 30 Aniversario. Revista Tecnología en Marcha, 37, 7-19. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v37i9.7605>

Castellanos, F. (2023). Cumplimiento del objetivo de desarrollo sostenible No.12 producción y consumo sostenible en la ciudad de Bogotá. Proyecto Integral, Fundación Universidad de América, Bogotá. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/40dcb928-ddda-47b1-9138-95a0313870ab/content>

Cely, H., & Escobar, M. (2024). Diseño y validación de una guía para la gestión de conocimiento en empresas del sector farmacéutico colombiano. Tesis, Universidad El Bosque. Obtenido de <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/3025253c-c3c1-4df3-ae5d-4ea53182e097/content>

Díaz, K. (2021). Exportaciones e importaciones más significativas para Cuba: insumos médicos. Revista Técnica de Economía Mundial, 99. Obtenido de <http://www.ciem.cu/publicaciones/2021/No.Especial%20Econom%C3%ADa%20Cubana.pdf#page=99>

Felipe, J., Carvajal, D., Mera, A., Gallegos, A., & Maueira, H. (2021). Técnicas para la disposición y tratamiento de residuos de medicamentos domiciliarios. 4° Congreso Sul. Americano de Residuos Sólidos e Sustentabilidades(19). Obtenido de <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/XII-005.pdf>

Gómez, L. A. (2024). Sostenibilidad ambiental con enfoque de riesgos en algunas empresas del sector farmacéutica en Colombia. Trabajo de grado, Universidad EAFIT, Medellín. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/0266b32b-5a68-4e38-b74b-b49f39850251/content>

Hernández, E. (2021). Formulación de un proyecto de producción limpia, sostenible y controlada, con perspectivas agroecológicas de siete hortalizas en la finca La Esperanza en Guaduas, Cundinamarca, para distribución y comercialización en la ciudad de Bogotá. Trabajo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Bogotá. Obtenido de



<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/43212/eehernandezb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Herraiz, P., Pino, J., Cornejo, F., Ortiz, R., & Riveros, N. (2023). Estudio sobre brechas y oportunidades de adopción regional de la biotecnología para la definición de clústeres nacionales del Centro de Biotecnología Traslacional. Informe final, Centro de Innovación UC Anacleto Angelini. Obtenido de <https://cbt.sofofahub.cl/wp-content/uploads/2024/06/CBT-Estudio-sobre-brechas-y-oportunidades-de-adopcion-regional-de-la-biotecnologia-para-la-definicion-de-clusteres-nacionales-del-Centro-de-Biotecnologia-Traslacional.pdf>
- Huaman, T. (2021). La biotecnología y su aporte en la Covid-19. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/77298682/LA_BIOTECNOLOGIA_Y_SU_APORTE_EN_LA_COVID-libre.pdf?1640402132=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_BIOTECNOLOGIA_Y_SU_APORTE_EN_LA_COVID.pdf&Expires=1743043670&Signature=Xj5K~ps4rnq4iwceWY8-E
- Milán, J., García, N., & Arguelles, Ó. (2024). Tópicos en biomedicina y biotecnología. Sextil Online, S.A. de C.V. Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=iU4aEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1943&dq=produccion+de+medicamentos+biotecnologia&ots=_inKC5g6PO&sig=BO9pa-sXkuVNXIPYzspqNNhFklE#v=onepage&q=produccion%20de%20medicamentos%20biotecnologia&f=false
- Organización de Naciones Unidas. (marzo de 2025). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Peláez, F., & Hernáiz, M. (enero-abril de 2022). La biotecnología: Por una vida mejor. Revista Encuentros Multidisciplinarios, 70. Obtenido de <http://www.encuentros-multidisciplinarios.org/revista-70/fernando-pelaez-y-m-jose-hernaiz..pdf>
- Pérez, J. (2022). Los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Educación Primaria: En busca de un mundo mejor. Trabajo fin de grado, Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/57921/TFG-L3454.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, S., Hernández, B., & Lechuga, C. (julio-diciembre de 2024). Análisis de la generación de valor en el subsector farmacéutico. Estudio longitudinal de inductores de valor. RECEIN

Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle, 16(62), 31-50.

doi:<http://doi.org/10.26457/recein.v16i62.4037>

Prada, J., & Roza, J. (2021). El programa posconsumo de medicamentos humanos impulsado por la corporación punto azul como aporte a la responsabilidad social y a los objetivos de desarrollo sostenible. Tesis, Universidad Externado de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/3e288cff-fc28-4b9c-afed-d9037811543d/content>

Quintana, N., & González, M. (julio-septiembre de 2024). Los sistemas de gestión ambiental en empresas productoras y comercializadoras de medicamentos. Revista Avances, 26(3). Obtenido de <file:///C:/Users/rosiry/Downloads/Dialnet-LosSistemasDeGestionAmbientalenEmpresasProductoras-9649301.pdf>

Ramírez, M., Mora, J., & Fallas, M. (abril-junio de 2021). Registro sanitario de medicamentos biológicos y biotecnológicos en América Latina. Revista Ars Pharmaceutica, 62(2). doi:<https://dx.doi.org/10.30827/ars.v62i2.15862>

Rios, M. (2024). Aplicación de la biología en la industria de la medicina y la biogenética. Trabajo de Investigación, Universidad Nacional de Educación, Lima. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7c885ce6-4231-49f8-acd2-794216d67683/content>

Roca, I. (2023). Plan de importación de medicamentos biológicos. Trabajo de titulación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Matriz, Quito. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/64eec47f-6377-4d8c-9c93-5aaf2545bb56/content>

Ruíz, G. (2022). Economía circular: ¿Un enfoque económico en la producción o en el ser humano y el medio ambiente? Revista de la Academia(33), 84-92. Obtenido de <file:///C:/Users/rosiry/Downloads/Dialnet-EconomiaCircular-9557412.pdf>

Secretaría de Ambiente de Bogotá. (septiembre de 2021). Producción sostenible: clave para proteger el planeta y garantizarles un mundo mejor a las nuevas generaciones. Obtenido de https://www.ambientebogota.gov.co/historial-de-noticias/-/asset_publisher/VqEYxdh9mhVF/content/produccion-sostenible-clave-para-proteger-el-planeta-y-garantizarles-un-mundo-mejor-a-las-nuevas-generaciones



- Silván, P., Silván, P., Trespalacios, J., & Fernández, I. (2023). Sostenibilidad y economía circular en el sector textil: análisis del consumo de ropa de segunda mano como alternativa de moda sostenibles. *Revista Behanomics*, 1, 82-98. doi:<https://doi.org/10.55223/bej.9>
- Villacreses, D. B., Campozano, Y. H., & Álvarez, N. (2022). La biotecnología y su impacto con el uso de las tecnologías. *Journal TechInnovation*, 1(2). doi:<https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v1.n2.2022.78-87>
- Zabal, I. (2024). biotecnología y Sociedad. Tesis, Universidad de Valladolid, Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/71210/TFM-G1963.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.