

Las tendencias, perspectivas, áreas y colores de la biotecnología

The Trends, Perspectives, Areas and Colors of the Biotechnology

Raúl Acosta Murillo y Juan Carlos Castañon Baltazar

Resumen

El presente artículo habla de la biotecnología como un área creciente en el mundo moderno, y expone sus tendencias y perspectivas, pasadas y futuras. Esto con el objetivo de dar a conocer las nueve ramas de la biotecnología, que está presente desde la producción de más y mejores alimentos, hasta la creación de vacunas y fármacos. Lo anterior ha mejorado la salud de la población en general, e influye en su día a día, lo que en conjunto contribuye a moldear nuestro futuro.

Palabras clave: Biotecnología, medicina, alimentos, modificación genética, ciencia.

Abstract

This article defines biotechnology as a growing area in the modern world, as well as exposing its past and future trends and perspectives. This, with the aim of making known the different nine branches of biotechnology, which is present from the production of more and better food to the creation of vaccines and drugs. This has improved the health of general population and has had an influence in their day-to-day life, which together contribute to shape our future.

Keywords: Biotechnology, medicine, food, genetic modification, science.

CÓMO CITAR ESTE TEXTO

Acosta Murillo, Raúl, y Castañon Baltazar, Juan Carlos. (2022, julio-agosto). Las tendencias, perspectivas, áreas y colores de la biotecnología. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 23(4). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2022.23.4.10>



Raúl Acosta Murillo

Universidad Autónoma de Nuevo León

Se encuentra estudiando la Licenciatura en Biotecnología Genómica en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Ha coordinado el equipo iGEM-FCB (2020-2021), desarrollando proyectos de biología sintética en la competencia Internacional iGEM, con la que se han obtenido distintos reconocimientos y estar dentro del Top10 mundial en 2021. Ha representado a Nuevo León y México en la competencia nacional e Internacional FENACI / ATHENA, obteniendo el primer lugar a nivel nacional y latinoamericano en el área de ingenierías. Ha sido seleccionado como uno de los 100 jóvenes líderes en biotecnología por la organización Allbiotech.

 raul.acostaml@uanl.edu.mx

 orcid.org/0000-0001-7632-8131

 [acosta-murillo](#)

Juan Carlos Castañon Baltazar

Universidad Autónoma de Nuevo León

Es estudiante universitario de la Licenciatura en Biotecnología Genómica en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Originario de Poza Rica, Veracruz. Ha participado en dos ediciones de la Olimpiada de Química, obteniendo el segundo lugar a nivel estatal en la edición del 2019. Ganador del primer lugar en el certamen de oratoria nivel estatal primero en 2013 y de nuevo en 2017. Siempre ha mantenido excelencia académica, actualmente forma parte del programa Talentos universitarios de su casa de estudios.

 orcid.org/0000-0001-8907-5196

 [juan-carlos-castañon-baltazar](#)

Introducción

En junio de 2003 se llevó a cabo, en Arlington, Virginia, una conferencia sobre biotecnología. La doctora Rita Colwell, directora de la [National Science Foundation](#), dijo: “Si pudiésemos agitar una bandera de la biotecnología, dirían algunos, tendría tres colores: rojo para aplicaciones médicas, verde para agrícolas y blanco para industriales. De hecho, esta bandera podría presentar más colores a través del tiempo ya que la biotecnología ambiental y marina, y otras aplicaciones añaden sus tiras” (ver figura 1).

mencionaban cuatro colores: blanco, rojo, verde y azul (DaSilva, 2004). De manera más reciente, Kafarski (2012) propuso una clasificación con siete colores: verde, rojo, blanco, violeta, amarillo, azul y café. A continuación, se presentarán los distintos colores y a qué áreas de aplicación se han relacionado. Se tomaron en cuenta *nueve*, ya que ésta es la concepción más común de las áreas por distintos autores (Barcelos et al., 2018) (Kafarski, 2012), además de que facilita su estudio.

Blanca

Los productos y procesos industriales que se usan actualmente son, en el mejor de los casos, poco eficientes

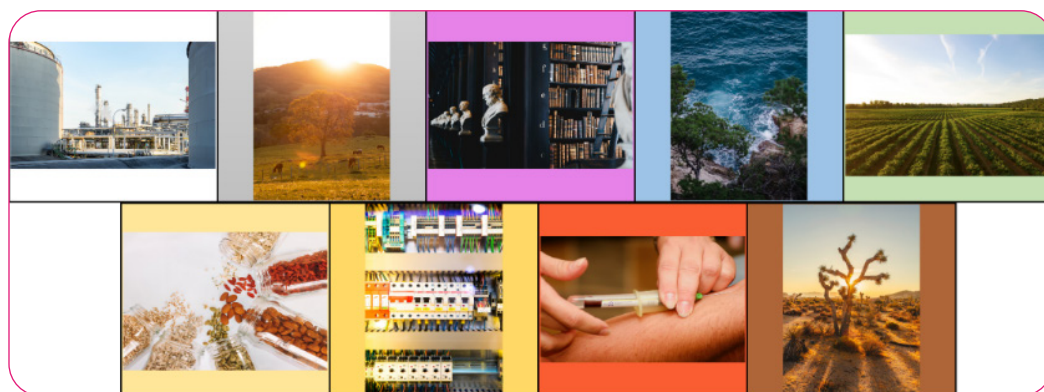


Figura 1. Tipos de biotecnología según su color. Créditos: Unsplash.

El relevo generacional será quien goce de las bondades de la biotecnología, pero será a su vez el encargado de llevarla a nuevos horizontes. En este documento se presentan nueve ramas de la biotecnología aplicada, mismas a las que se les ha asociado un color para una comprensión más sencilla.

La distribución y clasificación no es estática, ya que varía dependiendo del autor. Desde la metáfora de la doctora Colwell en 2003, se han hecho distintas clasificaciones. En 2005, en el 12° Congreso de Biotecnología Europea, ya se

o generan alta la contaminación. La biotecnología blanca o industrial se enfoca al desarrollo de procesos y productos biotecnológicos de calidad, económicos y sustentables, a través de enzimas, microorganismos y plantas (CALS; 2021; [Biotechnology Innovation Organization \[Bio\]](#), 2021).

Un ejemplo del potencial de esta rama está encarnado en el coloso español [Repsol](#). Empresa energética que cuenta con su propio equipo de investigación, el Repsol Technology Lab. Cerca de 230 expertos con más de 64 millones de euros detrás buscan, entre otros campos,

el desarrollo de bioenergías, para así reducir el daño causado por las fuentes energéticas de hoy día.

Gris

La *biorremediación*, parte de la biotecnología gris, se define como el uso de organismos vivos para capturar, remover y degradar, con el objetivo de detoxificar el medio ambiente. Áreas como el cometabolismo, el cual se describe como la transformación de un compuesto (pudiendo ser hidrocarburos) necesitando otros sustratos para degradarse (García, 2008); La cinética de biotransformación, mostrando como un compuesto químico dañino puede ser degradado por un microorganismo (Universidad de Granada, 2022). El biotratamiento permitiendo la transformación de distintos químicos en elementos y materiales inocuos para la salud (Dinámica ambiental, 2022) y; la modelación biogeoquímica que indica cómo el medio natural reacciona ante elementos químicos (Sánchez, 2020) son áreas que están siendo investigadas actualmente con el objetivo de lograr solucionar problemas ambientales..



Figura 2. Recolección de muestras (Vidal et al., 2022)

Un estudio publicado en la revista *npj Biofilms and Microbiomes* encontró la presencia de cepas de bacterias capaces de degradar hidrocarburos en los depósitos de combustibles de autos (Vidal et al., 2022). Sin duda, de poder hacer uso de éstos, o versiones genéticamente mejoradas, podríamos utilizarlos para limpiar derrames de petróleo se reduciría el nivel de polución causada por los combustibles fósiles.

Sin embargo, su liberación podría representar un riesgo a la bioseguridad, a partir de mecanismos como la transferencia horizontal de genes (transferencia de material genético de una especie a otra, sin ser descendiente de la primera). Ello conlleva a la transformación indeseada de organismos o incluso la pérdida de la variedad genética en el ambiente.

Violeta

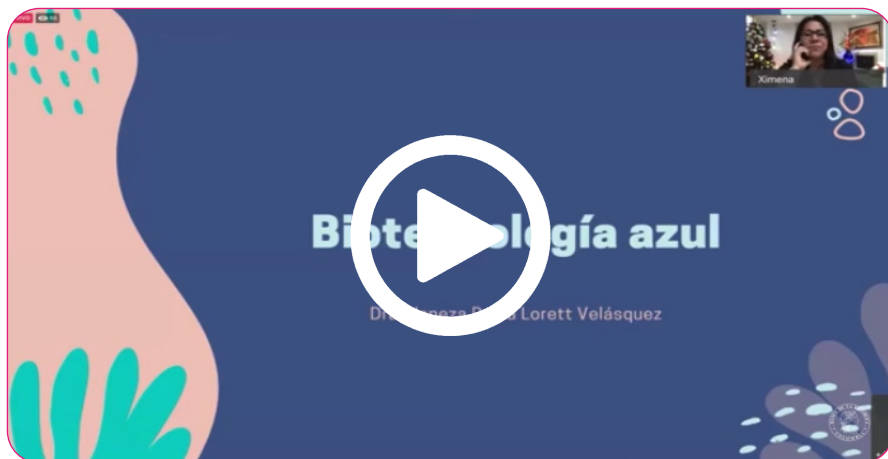
La bioseguridad, o biotecnología violeta, se puede describir como [los mecanismos y protocolos para establecer y mantener seguridad sobre distintos elementos peligrosos](#). Microorganismos, patógenos, toxinas y recursos relevantes de un laboratorio tienen que ser protegidos y regulados; debe de existir contabilidad de material y reactivos, para prevenir cualquier acceso no autorizado, pérdida o liberación (Kumar, 2015).

Existen debates, conferencias y consejos de bioseguridad con el objetivo de evitar problemas. Uno de ellos, por ejemplo, sería el bioterrorismo, que busca usar organismos infecciosos, toxinas,

virus, hongos o agentes biológicas para atacar a las personas, animales o plantas (Poste, 2002). Podría sonar aburrido pasar el día aprobando leyes y normativas, pero es una de las áreas más nobles de la biotecnología. No implica sólo prevenir cualquier uso negativo de dicho conocimiento, también consiste en regular patentes y registros de propiedad intelectual.

Azul

En 2020 tuvo lugar, en Bogotá, la Conversación en el marco de la Semana de la Biotecnología azul. En ella, [Vaneza Paola Lorett Velásquez](#) definió a la biotecnología azul, o marina, como “las aplicaciones de la biotecnología cuya fuente es la amplia biodiversidad de organismos marinos y sus derivados, empleando métodos moleculares y biológicos” (Banrepcultural, 2021; ver video 1).



Video 1. Conferencia “¿Qué es la biotecnología azul? ¿Para qué sirve?” de la especialista Vaneza Paola Lorett Velásquez (Banrepcultural, 2021).

El lecho marino es un espacio prístino, lleno de oportunidades que pocos se atreven a explotar. Una biofarmacéutica que sí lo hace es [PharmaMar](#), nacida en 1986. Como su nombre deja en evidencia, toman

inspiración de organismos marinos para el desarrollo de fármacos. Cuentan ya con 3 medicinas aprobadas para el tratamiento del cáncer: Trabectedina (Yondelis®), Lurbinectedina (Zepzelca®) y Plitidepsina (Aplidin®). Las dos primeras cuentan con aprobación de la FDA mientras que la tercera tiene aprobación de la STA para su venta en Australia, Nueva Zelanda y varios países del sudeste asiático.

No obstante, son varios los desafíos por superar: accesibilidad (física y legal), sustentabilidad, entendimiento de especies marinas, métodos moleculares aplicables a ellas, infraestructura integrada, e iniciativas políticas que incentiven el desarrollo económico de la biotecnología marina por la industria (Allen y Jaspars, 2009). Aún con ello, es inspirador pensar que las respuestas a cualquier problema se podrían encontrar en el fondo de nuestros océanos.

Verde

La [biotecnología agrícola o verde](#) tiene tres principales objetivos. El primero es aumentar la resistencia de los cultivos a diferentes condiciones, disminuyendo así la cantidad de alimento que se pierde. El segundo es incrementar los contenidos nutricionales de los cultivos, para aumentar su calidad. El último es hacer que crezcan más rápido. Éstos tres objetivos buscan satisfacer las necesidades y falta de alimentos (Rivera, 2006).



Figura 3. Semillas de algodón con gossipol (izquierda) y semilla de algodón modificado con poco gossipol (derecha). <https://cutt.ly/vKQ9QqP>

Los retos para la biotecnología agrícola son muchos. Desde facilitar procesos de experimentación y aprobación para salir al mercado, hasta concebir más facilidades para el desarrollo de nuevos alimentos genéticamente modificados. Por si fuera poco, el miedo o fobia social hacia los organismos genéticamente modificados también tiene un impacto en su progreso (Altman, 1999; Kossman, 2012). Muchos países consideran la biotecnología agrícola como solución a algunos de sus problemas. Estados Unidos, por

ejemplo, se halla cultivando grandes cantidades de algodón genéticamente modificado (ChileBio, 2021). Este no solo será usado para textiles, sino que sus semillas son comestibles. Ello ya que poseen bajas cantidades de gossipol, químico tóxico si se consume (Figura 3).

Amarilla

La biotecnología amarilla puede definirse como el uso de organismos vivos, o partes de ellos, para producir comida o productos alimenticios, desarrollar procesos y proveer servicios (Falk et al., 2002). Un ejemplo sería el proceso necesario para obtener queso (ver video 2).

La primera vez en que la palabra *biotecnología* fue usada puede ser rastreada con un par de búsquedas bibliográficas; en cambio, datar el origen de la biotecnología amarilla no es tarea fácil. Los humanos siempre han necesitado aumentar sus fuentes alimenticias.

Video 2. ¿Por qué el queso parmesano es tan caro? Y otros datos curiosos sobre el queso. (GENIAL, 2019).



Año con año crece la demanda alimenticia y junto a ella las barreras que suponen satisfacer dicha demanda. Los factores, tanto bióticos como abióticos, que retrasan el avance pueden ser minimizados gracias a esta rama de la biotecnología. Por ejemplo, [la primera hamburguesa hecha con carne *in vitro* fue cocinada y degustada en una conferencia de noticias en Londres en el año 2013](#). Los críticos culinarios que tuvieron la fortuna de degustarla afirmaron que sabía exactamente igual que cualquier otra hamburguesa. Seca, pero completamente disfrutable.

Dorada

Comprende a la bioinformática y a la nanobiotecnología. Se entiende a la *bioinformática* como el uso de la informática para procesar grandes cúmulos de información, de forma rápida y entendible. La *nanobiotecnología*, por otro lado, se encarga de organismos pequeños, en escala nanométrica (10⁻⁹), y materiales usados para la industria (Steiner, 2020). Puede resultar fantástica la idea de que dos áreas que, a primera vista, pertenecen a mundos distintos

puedan dar origen a toda una rama de la biotecnología. Pero no es así.

La información que se obtiene de organismos vivos es abrumadora. La secuencia de nucleótidos de una persona puede ocupar hasta 300 terabytes. Doblar una pequeña proteína le tomaría seis meses a una computadora de 1 petaflop (1000 billones de operaciones matemáticas por segundo) (Butte, 2001). Afortunadamente ha habido avances en el campo. La computadora más poderosa conocida, la [supercomputadora Fugaku](#), cuenta con una capacidad de 442,010 teraflops (442,010 billones de operaciones matemáticas por segundos). Hace 20 años la computadora más poderosa tan sólo poseía 12 teraflops de capacidad.

Roja

Padecer de una enfermedad causada por bacterias, virus, hongos o toxinas en el siglo xv, cuando se tenía una esperanza de vida de 30 años, era una sentencia de muerte (@Alyv, 2007). El desarrollo de la ciencia, específicamente el de la biotecnología



Video 3. Bioinformática para la genómica y proteómica, explicado por Juan Carlos Oliveros (CNB – CSIC, 2017).

médica o roja, ha logrado que la esperanza de vida aumente hasta a más de 70 años hoy (ONU, 2019). Esta área se describe como la rama de la medicina que usa células con el objetivo de investigar, producir y diagnosticar, y que está enfocada en la salud humana.

El futuro de la biotecnología médica es muy prometedor. Con los avances de la ingeniería genética, terapia génica y biología sintética se podrán desarrollar mejores diagnósticos moleculares y tratamientos de enfermedades congénitas (Evora, 2018). Uno de los avances más notables es la capacidad de producir insulina en biorreactores. Antes, se extraía del riñón de cerdos, con lo cual se sacrificaban muchísimos de estos animales para la obtención del agente. Además, gracias a la ingeniería genética se han logrado producir vacunas, factores de coagulación y antibióticos, de manera rápida y eficiente (Biolyse, 2021).

Café

Tomando como base las plantas genéticamente modificadas, la

biotecnología café se encarga de la investigación en plantas resistentes a sequías (Steiner, 2020). Hoy en día, esta área ha dado un vistazo a cómo se verán los métodos para aminorar los estragos del calentamiento global.

Uno de los sujetos de estudio prometedores de esta área son las plantas “de resurrección”, por ejemplo, la Rosa de Jaricó (ver video 4). Ellas cuentan con un mecanismo curioso: aparentan estar secas la mayor parte del tiempo, pero “reviven” en cuanto reciben un poco de agua en muy poco tiempo. Un equipo de investigadores de la Universidad de Cape Town se ha encargado de estudiar dicho mecanismo, buscando replicarlo en otro tipo de cultivos (Farrant, 2000).

Conclusión

Se mencionaron las nueve áreas de la biotecnología: blanca (industrial), gris (ambiental), violeta (bioseguridad), azul (marina), verde (agrícola), amarilla (alimentos), dorada (bioinformática), roja (médica) y café (suelo). La biotecnología roja, por ejemplo, ha sido capaz de aumentar el promedio de vida a nivel global, así como



Video 4. Life cycle, Rose of Jericho resurrection plant time lapse (Neil Bromhall, 2013).

desarrollar métodos alternos para la producción de fármacos. Por otro lado, la biotecnología dorada brinda formas sencillas y eficaces de manejar la enorme cantidad de datos con los que se cuentan de distintos organismos.

Todas y cada una de esas áreas se enfrentan a diversos retos, y es gracias al deseo de superarlos que en los últimos años su visibilidad ha ido en aumento. No hay un área más importante que otra, y el hecho de interesarse más por una no implica cerrarse sólo a ella. Aunque la biotecnología pareciera la clave para resolver todos los problemas mundiales, todavía se requiere una gran cantidad de científicos jóvenes y motivados que desarrollen estas áreas, para generar empresas y grandes investigaciones de por medio.

Referencias

- ❖ @Alvy. (2007, 13 de mayo). *Esperanza de vida*. Microservos.
- ❖ Allen, M., y Jaspars, M. (2009). Realizing the potential of marine biotechnology: CHALLENGES & OPPORTUNITIES. *Industrial Biotechnology*, 5(2), 77-83. <https://doi.org/10.1089/ind.2009.5.077>
- ❖ Altman, A. (1999). Plant Biotechnology in the 21st Century: The Challenges Ahead. *Electronic Journal of Biotechnology*, 2(2), 1-2. <https://cutt.ly/yKtjWzK>
- ❖ Barcelos, M., Lupki, F. B., Campolina, G. A., Nelson, D. L., & Molina, G. (2018). The colors of biotechnology: general overview and developments of white, green and blue areas. *FEMS microbiology letters*, 365(21). <https://doi.org/10.1093/femsle/fny239>
- ❖ Banrepcultural. (2021). *Conferencia | ¿Qué es la biotecnología azul? ¿Para qué sirve?* [Video]. YouTube. https://youtu.be/aah_hYFtbhc
- ❖ Biotechnology Innovation Organization (BIO). (s.f.). *What is Industrial Biotechnology?* <https://archive.bio.org/articles/what-industrial-biotechnology>
- ❖ Biolyse. (2018, 27 de septiembre). *How is Biotechnology Used in Medicine?* <http://www.biolyse.ca/how-is-biotechnology-used-in-medicine/>
- ❖ Butte, A. (2001). Challenges in bioinformatics: infrastructure, models and analytics. *Trends In Biotechnology*, 19(5), 159-160. <https://doi.org/c9qfb8>
- ❖ Chilebio. (2019, 17 de octubre). *Estados Unidos aprueba consumo de nuevo algodón biotecnológico comestible*. <https://cutt.ly/FKkqVld>
- ❖ (CNB – CSIC, 2017). *Bioinformática para genómica y proteómica: Juan Carlos Oliveros* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/P5tz90pV0o4>
- ❖ DaSilva, E. (2004). The Colours of Biotechnology: Science, Development and Humankind. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7(3). <https://cutt.ly/iKkq4d6>
- ❖ Dinámica Ambiental. (2022). Biotratamientos. http://www.dinamicaambiental.com.ar/contenidos/cont_m2.1.1_biotrat.htm
- ❖ Evora, S. (2018, 12 de enero). *Biología y medicina: el esperanzador poder sanador de la terapia génica y celular*. Elsevier. <https://cutt.ly/xKkwyLr>
- ❖ Falk, M., Chassy, B., Harlander, S., Hoban, T., McGloughlin, M., y Akhlaghi, A. (2002). Food Biotechnology: Benefits and

- Concerns. *The Journal of Nutrition*, 132(6), 1384-1390. <https://doi.org/10.1093/jn/132.6.1384>
- ❖ GENIAL. (2019, 23 de marzo). El precio de locos del queso parmesano es explicado (+ Otros datos divertidos sobre el queso) [Video]. YouTube. <https://youtu.be/wWuBUuSfp04>
 - ❖ Kafarski, P. (2012). Rainbow code of biotechnology. *Chemik*, 66(8), 811-816. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-34582004000300001>
 - ❖ Kumar, S. (2015). Biosafety and Biosecurity Issues in Biotechnology Research. *Biosafety*, 4(1). <https://doi.org/10.4172/2167-0331.1000e153>
 - ❖ Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2019, 4 de abril). *Las mujeres viven más que los hombres en cualquier parte del mundo*. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2019/04/1453921>
 - ❖ Neil Bromhall. (2013, 8 de agosto). *Life cycle, Rose of Jericho resurrection plant time lapse* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/XsgHYfulv2g>
 - ❖ Poste, G. (6 de agosto de 2002). *Biotechnology, Bioterrorism & Biosecurity*. Drug Discovery World (DDW). <https://cutt.ly/AKkyoQV>
 - ❖ Rivera, M. (2006). La biotecnología en plantas y aspectos biotecnológicos del mango. *Interciencia*, 31(2), 95-100. <https://cutt.ly/UKkywLt>
 - ❖ Sánchez, S., Ayala, J. L. y Álvarez-Cobelas, M. (2020). Laboratorio de Biogeoquímica, un espacio dedicado al estudio de los ecosistemas. *MNCN* (5). <https://cutt.ly/UKQ4Jjt>
 - ❖ Steiner, U. (2020). Biotechnology. En *Fachenglisch für BioTAs und BTAs*. Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-60666-7_1
 - ❖ Vidal, A., Gómez, D., Latorre, A., Peretó, J., y Porcar, M. (2022). The car tank lid bacteriome: a reservoir of bacteria with potential in bioremediation of fuel. *npj Biofilms and Microbiomes*, 8(32). <https://doi.org/10.1038/s41522-022-00299-8>