

ODS:

POTENCIAL DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LOS RETOS DEL NUEVO MUNDO

TRABAJO CIENTÍFICO RUTA INTI 2021

*“Las ciencias aplicadas no existen,
solo las aplicaciones de las ciencias”*

Louis Pasteur



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. LA AGENDA 2030.....	4
ODS 1 y 2: FIN DE LA POBREZA Y HAMBRE CERO	4
ODS 3: SALUD Y BIENESTAR	6
ODS 6: AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	7
ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE.....	7
ODS 8: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	8
ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES	8
ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES	9
ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA	10
ODS 14 y 15: VIDA SUBMARINA Y DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	10
3. CONCLUSIONES.....	11
4. BIBLIOGRAFÍA.....	12

1. INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como SDGs por sus siglas en inglés, fueron adoptados por las Naciones Unidas en 2015. Estos contienen una ambiciosa agenda de objetivos comunes para incentivar la acción colectiva respondiendo a las necesidades más urgentes y relevantes a nivel global. Se encuadran en torno a tres ejes del desarrollo sostenible: dimensión económica, social y ambiental. Constituyen así los puntos de partida para la formulación de las políticas mundiales que responderán a estos problemas, con el fin de alcanzar los retos previstos y construir un planeta mejor en términos de desarrollo sostenible global hasta el año 2030 (Gomez, 2016).

Surgen como sucesores de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), aprobados quince años antes en la 55 Asamblea General de las Naciones Unidas y los cuales perdieron vigencia en el año 2015 (Gamboa Bernal, 2015). Estos pretendían, entre otros, acabar con el hambre, reducir la pobreza, alcanzar la educación básica universal o conseguir el 0,7% de ayuda al desarrollo para los países más pobres. Su incumplimiento, junto a una visión reduccionista de los mismos y la necesidad de ampliar las tradicionales visiones del desarrollo, han llevado a construir los actuales ODS, los cuales constituyen la agenda de acción más amplia, compleja y sofisticada jamás diseñada (Gomez, 2016).

En este contexto la biotecnología moderna se presenta como una actividad multidisciplinaria, fruto de la sinergia entre conocimientos de biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, genómica, inmunología... que estudia el potencial de los sistemas biológicos para hacer un uso inteligente, responsable y sostenible de la biodiversidad, mediante tecnologías eficaces, limpias y competitivas que resuelvan importantes problemas referentes a multitud de sectores, como son los que plantean los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Zapata, 2007), (Garzón et al., 2017).

El presente trabajo pretende desarrollar en profundidad aquellos objetivos en los cuales la Biotecnología tiene un importante papel como lanzadera tecnológica. Si bien en muchos de los casos aún se trata de una herramienta en potencia, dadas las aún insuficientes pruebas fehacientes de la seguridad de sus métodos y la estricta legislación a la que se ve sometida, resulta esperanzador creer que, gracias a la inversión en ciencia y tecnología durante los próximos años, esta posibilidad se convierta en una realidad. Se hará una revisión por orden de objetivos de las soluciones presentadas y una presentación de las mismas a modo divulgativo para acercar estos nuevos métodos que sin duda en los próximos años constituirán una importante revolución.

2. LA AGENDA 2030

La Agenda contiene 17 Objetivos y 169 metas en las esferas económica, ambiental y social. En la base de la Agenda 2030 está el documento “El futuro que queremos”, adoptado por la ONU tras la Cumbre de Río de Janeiro sobre Desarrollo Sostenible en 2012 (Naciones Unidas, 2012). La sostenibilidad se define como la capacidad de satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para atender sus propias necesidades, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la inclusión social (Junta de Andalucía, 2021). En la figura 1 se presentan los 17 objetivos planteados.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (NACIONES UNIDAS, 2021).

ODS 1 y 2: FIN DE LA POBREZA Y HAMBRE CERO

En primer lugar, brindar a los agricultores acceso a la biotecnología a través de los cultivos de variedades mejoradas ha generado beneficio económico en millones de pequeños agricultores en 19 países en vías de desarrollo y ha permitido el cultivo de 174 millones de hectáreas sin disminuir la producción (Antama, 2018), lo cual satisface ciertos aspectos del ODS1.

Sin embargo, lejos de limitarse a cuestiones económicas, las herramientas biotecnológicas aplicadas a la agricultura abordan una cuestión más preocupante. De acuerdo a United Nations/UN Department of Economic and Social Affairs (2017), se espera que la población mundial (de 7.6 mil millones actualmente), alcance los 8.6 mil

millones en 2030 (Burgos, 2018). Sin duda, este aumento demográfico disparará la demanda alimenticia global, la cual solo podría suplirse con un aumento del 50% de la producción agrícola (Lem et al., 2014).

En muchos países en vías de desarrollo como es la India, los mayores productores de algodón son pequeños agricultores. Estos cultivos se ven muy afectados por plagas de insectos muy destructivas (Freile Arias, 2014). El caso del algodón Bt en la India demuestra los beneficios de la utilización de transgénicos en agricultura y producción. Se trata de una especie genéticamente modificada mediante la utilización de un gen de *Bacillus thuringiensis* (Bt), con capacidad para crear una proteína que actúa como insecticida natural (Morse et al., 2007). No solo permite ahorrar cientos de millones de dólares en insecticidas y mejorar en grandes términos la producción agrícola, sino que además ha reducido hasta un 75% la utilización de insecticidas químicos contaminantes liberados al medio ambiente (Freile Arias, 2014).

No obstante, el caso estrella del éxito que demuestra el éxito de los cultivos transgénicos es el del *Golden Rice* (arroz dorado). Esta variedad de arroz fue creada para suplir la deficiencia de Vitamina A que afecta a millones de personas en países en vías de desarrollo, y que en muchos de los casos termina desembocando en ceguera y enfermedades del sistema inmune. Organizaciones ecologistas como Greenpeace se opusieron a este cultivo alegando que la cantidad de beta-caroteno era insignificante, pues la primera versión solo proveía 1,6 microgramos por gramo de arroz, lo que implica que una persona media debería comer entre 1,5 y 2 kilos de arroz dorado al día para obtener la cantidad recomendada de provitamina A. Sin embargo, esto fue subsanado con la creación del *Golden Rice 2*, que genera 23 veces más beta-caroteno (precursor de la vitamina A) que el original, supliendo con creces esta necesidad nutricional (Paine et al., 2005).

Es evidente que la introducción de estos cultivos debe ir de la mano de un muy estricto control y el cumplimiento de una restrictiva legislación, pero también innegable que cada caso debe ser estudiado individualmente y que el potencial de esta tecnología es sin duda una de las grandes soluciones al problema de la escasez alimentaria y nutricional a la que nos enfrentaremos durante las próximas décadas.

ODS 3: SALUD Y BIENESTAR

La conocida como Biotecnología Roja ha revolucionado los sectores de la Medicina, Salud Humana e Industria Farmacéutica. Gracias a sus innumerables avances, ha conseguido erradicar globalmente enfermedades gracias a las vacunas, convertir causas de mortalidad en meros procesos patológicos gracias a los antibióticos y medicamentos, salvar millones de vidas con proteínas recombinantes como la insulina, y muchísimas otras aplicaciones de sus herramientas como anticuerpos monoclonales, genómica, proteómica, células madre, ingeniería de tejidos, terapias génicas... (Fondevila, 2004). Su impacto y valor son por ello incalculables, pero dada la situación actual derivada de la pandemia de COVID-19, es imprescindible mencionar sus más actuales e importantísimos hitos. En primer lugar, la primera aplicación de la investigación molecular fundamental fue la no solo posible sino rapidísima secuenciación del genoma de ARN del SARS-CoV-2, mediante las técnicas de secuenciación masiva NGS (*Next-Generation Sequencing*). Su segunda aplicación destacada es la aplicación de la variante de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (RT-PCR), técnica que utiliza la polimerasa de la bacteria *Thermus aquaticus* (figura 2) y por la cual recibió el Nobel de Química en 1993 (Saiki et al., 1988). Esta es hoy esencial para la detección de individuos infectados con una sensibilidad incomparable, dada la amplificación del genoma viral. Ambos avances fueron seguidos por el desarrollo de los fármacos antivirales y, en última instancia, de la vacuna que actualmente está demostrando alta eficacia y esperamos pronto pondrá fin a la pandemia (Shilatifard, 2020).



Figura 2. Manantiales termales de Yellowstone, hábitat natural de *Thermus aquaticus*, bacteria en la cual se descubrió la polimerasa que dio lugar al nacimiento de la técnica PCR (Martins, 2021).

ODS 6: AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

Se estima que en torno a un 20% de la población no dispone de un abastecimiento de agua de calidad, y casi un 40% no dispone de sistemas de saneamiento aceptables. Por ello, el suministro y el saneamiento del agua tienen un protagonismo importante dentro de las aplicaciones biotecnológicas en el medio ambiente, dada su capacidad para paliar la contaminación de aguas utilizando microorganismos (Costa et al., 2010). Estos utilizan contaminantes como fuentes de alimentos o energía gracias a su versatilidad metabólica, que les permite convertir mediante rutas muy especializadas al agente contaminante en biomasa bacteriana. Uno de las primeras aplicaciones y la más extendida actualmente es la depuración de aguas residuales, seguida de la depuración de aire y efluentes gaseosos. Teniendo en cuenta el posible impacto de la transferencia génica horizontal a raíz del cambio de nicho ecológico de los microorganismos, se pueden utilizar únicamente los biocatalizadores o enzimas, las cuales intervendrán igual en los procesos biodegradativos aerobios y anaerobios, en lugar del organismo completo (Gonzaga, 2006).

ODS 7: ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE

Además de constituir un ODS, la disponibilidad de nuevas fuentes energéticas renovables se está convirtiendo en uno de los objetivos tecnológicos más destacables tanto del siglo XXI como de esta disciplina. Entre algunas de las aportaciones potenciales se encuadran la producción de bioelectricidad mediante *microbial fuel cells* (generadores microbianos de energía, figura 3) y la utilización del metabolismo microbiano para producir gas natural (metano), etanol o hidrógeno. La generación de bioenergía surge de la degradación de materia orgánica por diversas rutas del catabolismo microbiano (Costa et al., 2010).

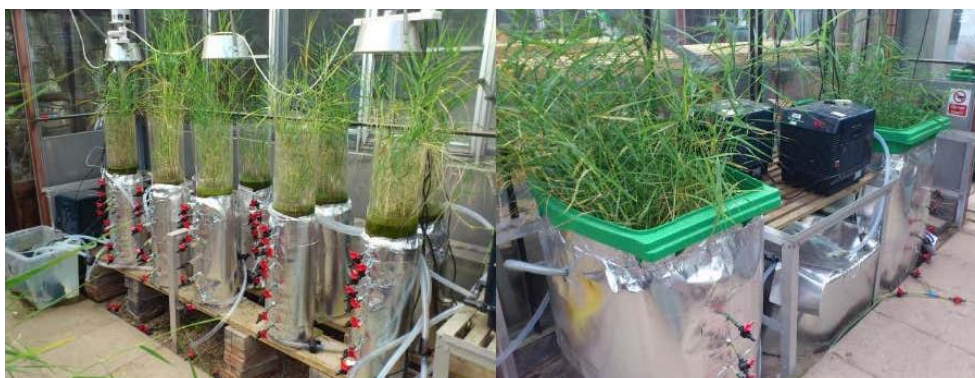


Figura 3. Conversión de desechos en energía a través de un proceso biológico en celdas de combustible microbianas (*microbial fuel cells*, MFC) (Nitisoravut et al., 2017).

Algunos ejemplos de estas técnicas son la obtención de biodiésel a partir de aceite de granos oleaginosos mediante transesterificación, de bioetanol mediante fermentación con levaduras de materias primas ricas en azúcares o de lodos de aguas residuales como matriz orgánica (Goldstein et al., 2010) (Cortés-Sánchez et al., 2019).

Actualmente, el principal objetivo es aumentar la eficiencia y reducir los costes asociados a estos procesos tecnológicos, lo cual es imprescindible para que este tipo de energías renovables puedan reemplazar a la utilización de combustibles fósiles (Costa et al., 2010).

ODS 8: TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Una evaluación realizada por la Comisión Europea ha indicado que los bioproductos representan aproximadamente 60.000 millones de euros en ingresos anuales e implican 300.000 empleos (AseBio, 2021a). Se estima que la biotecnología contribuirá en un 2,7% al PIB de los estados miembros de la OCDE en 2030. En el caso de los estados no miembros, la biotecnología podría representar una parte aún más alta, debido a la gran importancia de la producción primaria e industrial sobre el PIB de estos países en comparación con el resto. Aun así, estas cifras subestiman el potencial de la biotecnología, dado que excluyen los biocombustibles, y algunos impactos de calibre monetario de difícil predicción como los efectos de las biotecnologías sanitarias en la calidad y la esperanza de vida y los beneficios medioambientales que pueden aportar las biotecnologías agrícolas e industriales (Costa et al., 2010).

ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

Nuevas tendencias exploran el desarrollo de materiales orgánicos como aislantes térmicos crecidos a partir de diferentes tipos de residuo agrícola u hongos, algas y bacterias bioluminiscentes que emitan luz sin consumo eléctrico o procesos de cementación con estructuras granulares desarrolladas a partir de poblaciones bacterianas (Mayoral González, 2012).

Proyectos como el LIAR (Living Architecture), financiado en el marco del programa FET, reúnen arquitectura, biotecnología, informática e ingeniería, y exploran cómo los ladrillos de biorreactores cargados de bacterias pueden abordar el impacto de la construcción en nuestro entorno, transformar espacios inertes y utilizar soluciones más sostenibles en nuestra forma de vida a través de esta "arquitectura viva" (FET,2019).

ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

La Unión Europea puso en marcha en 2015 un ambicioso plan de 54 medidas para impulsar la economía circular (AseBio, 2021a). La economía circular es un concepto económico que tiene como objetivo la producción de bienes y servicios a la vez que reduce el consumo y el desperdicio de recursos. Trata de cambiar los sistemas de producción y consumo actuales hacia sistemas regenerativos a partir de su diseño, manteniendo el valor de materiales, agua, suelo y energía, de los productos y limitando los insumos de materias primas y energía (Junta de Andalucía, 2021). El tratamiento de subproductos industriales permite su transformación mediante enzimas y microorganismos, y consigue reintegrarlos en los ciclos de producción y consumo como se representa a modo de esquema en la figura 4 (AseBio, 2021a). De esta manera no solo se evita, en la mayor medida de lo posible, la generación de residuos contaminantes y el aumento de los impactos negativos derivados, sino que también se logra mitigar dichos impactos adversos para el medioambiente, el clima y la salud humana (Junta de Andalucía, 2021).

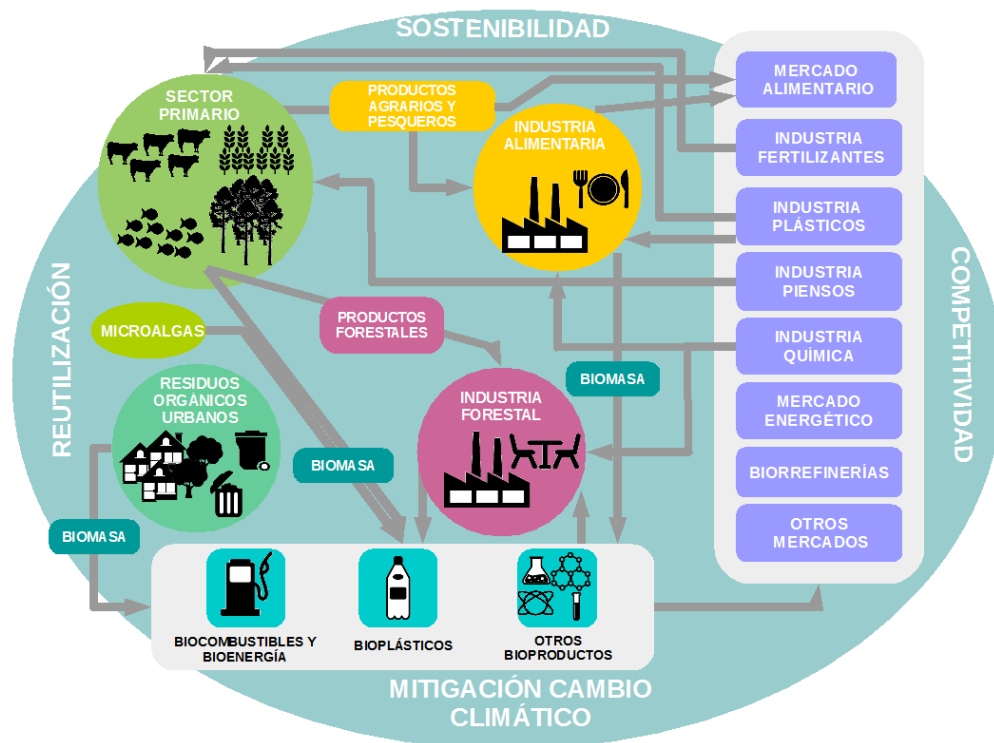


Figura 4. Esquema ilustrativo de la bioeconomía circular, que relaciona la reutilización de los productos de los diferentes sectores para su reintegración en los ciclos de producción y consumo. (Junta de Andalucía, 2021)

De igual manera contribuyen a una producción responsable y sostenible la implementación de las energías renovables (biohidrógeno, bioetanol, biodiésel...), así como la gestión y valorización de desechos forestales, residuos de industrias farmacéuticas, residuos de sectores alimentarios altamente contaminantes como las industrias lácticas y azucarera... Es decir, la biotecnología permite optimizar y alargar la vida tanto de los recursos renovables como de aquellos no renovables, que serían de otra forma desechados tras un ciclo de vida corto (Gracia Royo, 2019).

ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA

A través del ODS 13 se insta a adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático, y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (España, 2021). En este contexto, el mayor potencial de la biotecnología se refiere al desarrollo de los ya comentados combustibles de base biológica, energías limpias responsables de la revolución energética. También se enfoca en la reducción de emisiones de CO₂ mediante el tratamiento biotecnológico de residuos y la revalorización de los mismos. Estos procesos en sí no solamente disminuyen enormemente la emisión de gases de efecto invernadero en comparación con la gestión tradicional, sino que también favorecen la economía circular evitando la producción de nuevos recursos mediante el aprovechamiento de los ya existentes (AseBio, 2021b).

ODS 14 y 15: VIDA SUBMARINA Y DE ECOSISTEMAS TERRESTRES

Los ODS 13 y 14 generan un marco para la protección sostenible de los ecosistemas marinos, costeros y terrestres de la contaminación, así como para abordar los impactos de la acidificación de los océanos, adaptación al cambio climático, reducción de la pérdida de hábitats naturales y biodiversidad (Lancharro Taverro et al., 2014).

En las últimas décadas, el desarrollo incesante de la industria petrolera ha aumentado la contaminación de los ecosistemas marinos, con los efectos que el vertimiento de petróleo crudo y sus derivados conlleva en estos hábitats. Las técnicas de biorremediación consiguen acelerar y garantizar la eliminación de estos contaminantes utilizando para ello poblaciones microbianas con actividad metabólica para degradar los hidrocarburos del petróleo. Ejemplos de su potencial son su actuación frente a los desastres ecológicos de los petrolíferos Prestige y Exxon Valdez y la plataforma Deepwater Horizon, en los cuales la descontaminación a través de microorganismos jugó un papel fundamental en la

retirada de los contaminantes vertidos (San Martín, 2011). Evidentemente el interés ambiental de estas técnicas reside en su capacidad para evitar la pérdida de ecosistemas por la alteración de los mismos, la cual está directamente asociada a la muerte de miles de especies marinas y en consecuencia a la desaparición de muchas de estas especies.

Atendiendo de manera más directa a la conservación de la biodiversidad tanto marina como terrestre, la biología molecular ha tenido un importante impacto en análisis, estructuración (descubrimiento de nuevas especies y caracterización de las mismas y las ya descritas), conservación y manejo de las especies. La biotecnología facilita técnicas para la detección forense de especies en peligro de extinción en productos comerciales, así como otras para el seguimiento de los nichos ecológicos y monitorización de los ejemplares protegidos, contribuyendo al desarrollo de programas de conservación *in situ*. Además, ha ayudado a la creación de los bancos de germoplasma de especies en peligro de extinción, que permiten maximizar la diversidad genética a través de métodos moleculares (Zapata, 2007).

3. CONCLUSIONES

La Biotecnología moderna ofrece enormes posibilidades en relación a los ODS. A pesar de que su implantación aún precisa de grandes esfuerzos en materia divulgativa para superar la barrera del rechazo a lo desconocido, su impacto será cada vez mayor dada su importancia y potencial en modelos sostenibles de desarrollo (Zapata, 2007).

Es evidente que la investigación debe hacerse de manera transdisciplinaria, coordinando los conocimientos hacia un objetivo común y teniendo en cuenta el potencial de las diferentes metodologías. De igual forma es innegable que, como todas las herramientas poderosas, supone riesgos directos e indirectos (Garzón et al., 2017). Minimizarlos es una responsabilidad en sí misma de la Biotecnología, para lo cual solo la inversión en ciencia y tecnología son la esperanza del futuro.

Está en nuestra mano hacer todo lo posible para asegurar las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, haciendo uso para ello de todo nuestro conocimiento científico, inteligencia, responsabilidad y voluntad. El nuevo mundo será sostenible o no será. Llegados a este punto no se trata solo de una mejora, sino de una transformación global, que poco a poco convertirá este planeta en un mundo más consciente, fiel y comprometido. Un mundo al que la Biotecnología tiene mucho que aportar.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Antama, F. (2018). *La Biotecnología en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas*. Retrieved from <https://fundacion-antama.org/la-biotecnologia-en-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-de-las-naciones-unidas/>
- AseBio. (2021a). *Economía circular*. 1–5.
- AseBio. (2021b). *La biotecnología frente al cambio climático : sociedad más protegida , mejor alimentada y sostenible*. 2–5.
- Burgos, M. E. (2018). Los desafíos del futuro: crecimiento poblacional y desarrollo. *Journal de Ciencias Sociales*, 0(11), 2021. doi: 10.18682/jcs.v0i11.900
- Cortés-Sánchez, M. D., Gata-Montero, E. M., Pipió-Ternero, A., Rodríguez Rivas, Á., & Sánchez-Santos, J. M. (2019). Biocombustibles: tipos y estrategias de producción. *MoleQla: Revista de Ciencias de La Universidad Pablo de Olavide*, 35, 23. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7094734&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7094734%0Ahttps://www.upo.es/cms1/export/sites/upo/moleqla/documentos/Numero35/Numero-35.pdf>
- Costa, À., & Ventura, A. (2010). *Nota d ' economia*.
- España, G. de. (2021). Objetivo 13: Acción por el clima. *Agenda 2030*, 1–22.
- Fondevila, J. A. M. (2004). Biotecnología y medicamentos. *Arbor*, 179(705), 141–158.
- Freile Arias, I. (2014). *Recursos Genéticos, Transgénicos y Biotecnología como mecanismos para lograr el desarrollo sostenible de la biodiversidad*. Retrieved from <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3769/1/112600.pdf>
- Gamboa Bernal, G. A. (2015). Los objetivos de desarrollo sostenible: una perspectiva bioética. *Persona y Bioética*, 19(2), 175–181. doi: 10.5294/pebi.2015.19.2.1
- Garzón, J. M., Rodríguez Miranda, J. P., & Hernández Gómez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Universidad y Salud*, 19(2), 309. doi: 10.22267/rus.171902.93
- Goldstein, E., & Gutman, G. E. (2010). *Biocombustibles y biotecnología. Contexto internacional, situación en Argentina*. 46.
- Gomez, C. (2016). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista de La Universidad de La Salle*, 2016(70), 141.
- Gonzaga, L. (2006). Perspectivas de la biotecnología en las ecotecnologías. *Scientia Et Technica*, 3(32), 451–456. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6359/3453>
- Gracia Royo, A. (2019). *La bioeconomía como herramienta de la economía circular: tendencias en investigación*. 2, 1–23.
- Junta de Andalucía. (2021). *Estrategia Andaluza de bioeconomía circular*. 1–4.
- Lancharro Taverro, I., Gil-García, E., & Arroyo Rodríguez, A. (2014). Objetivo 14. Vida submarina. *Programa de Las Naciones Unidas Para El Desarrollo*.

- Lem, A., Bjørndal, A., & Lappo, T. (2014). *Economic analysis of supply and demand for food up to 2030* (Vol. 1089, Issue 1089).
- Living building blocks, a new vision for future homes.* (2019). Retrieved from <https://cordis.europa.eu/article/id/125720-living-building-blocks-a-new-vision-for-future-homes>
- Martins, A. (2021). *Coronavirus : el descubrimiento en los manantiales termales de Yellowstone que fue clave para hacer los tests del.* 1–15.
- Mayoral González, E. (2012). *Arquitecturas biosintéticas. Lo vivo, lo no-vivo, y su hibridación como estrategia para la acción arquitectónica en el cambio de siglo.* 1. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=192742>
- Morse, S., Bennett, R., & Ismael, Y. (2007). Inequality and GM crops: A case-study of Bt cotton in India. *AgBioForum*, 10(1), 44–50.
- Naciones Unidas. (2012). *El futuro que queremos. Documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, Rio de Janeiro, Brasil, 20-22 de Junio de 2012.* 83. Retrieved from https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf
- NACIONES UNIDAS. (2021). Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nitorisavut, R., & Regmi, R. (2017). Plant microbial fuel cells: A promising biosystems engineering. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76(September), 81–89. doi: 10.1016/j.rser.2017.03.064
- Paine, J. A., Shipton, C. A., Chaggar, S., Howells, R. M., Kennedy, M. J., Vernon, G., Wright, S. Y., Hinchliffe, E., Adams, J. L., Silverstone, A. L., & Drake, R. (2005). Improving the nutritional value of Golden Rice through increased pro-vitamin A content. *Nature Biotechnology*, 23(4), 482–487. doi: 10.1038/nbt1082
- Saiki, R., Gelfand, D., Stoffel, S., Scharf, S., Higuchi, R., Horn, G., Mullis, K., & Erlich, H. (1988). Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239(4839), 487–491. doi: 10.1126/science.239.4839.487
- San Martín, Y. B. (2011). Biorremediación: Una herramienta para el saneamiento de ecosistemas marinos contaminados con petróleo. *Biotechnologia Aplicada*, 28(2), 60–76.
- Shilatifard, A. (2020). Medicine in the time of corona: Fundamental molecular research is “essential.” *Science Advances*, 6(23), eabc2800. doi: 10.1126/sciadv.abc2800
- Zapata, F. G. B. (2007). *Fundamentos Y Casos Exitosos De La Biotecnología Moderna Segunda Edición.*