



**CÁMARA DE
DIPUTADOS**
LXIV LEGISLATURA



CEDRSSA

Centro de Estudios para el Desarrollo
Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria

INVESTIGACIÓN

BIOTECNOLOGÍA Y LA CRISIS GLOBAL DE ALIMENTOS

PALACIO LEGISLATIVO DE SAN LÁZARO,
CIUDAD DE MÉXICO
AGOSTO 2020





ÍNDICE

Introducción.....	1
Concepto de biotecnología	3
Tipos de biotecnología.....	4
La biotecnología en el sector agroalimentario.....	8
Impacto de la biotecnología en el sector agrícola	9
Sectores de impacto.....	12
¿Es la biotecnología, una alternativa para la conservación del ambiente?	15
El uso de la biotecnología en beneficio de la agricultura	16
Marco regulatorio de la biotecnología en México	21
Consideraciones finales	22
Material consultado	26

INTRODUCCIÓN

La biotecnología en México en términos generales, expresa cualquier técnica que utiliza organismos vivos para crear nuevos productos, para mejorar los rendimientos de plantas o animales; se relaciona con la investigación, el desarrollo y la manipulación de organismos.

Actualmente se encuentra en fase de expansión y diversificación. Debido a ella, se están descubriendo innovaciones en el ámbito de la salud humana, modernización agrícola, protección del medio ambiente, biocombustibles y otras áreas. Además, nuestro país ofrece una oportunidad atractiva para el desarrollo de la biotecnología, ya que cuenta con gran biodiversidad, mano de obra capacitada y costos competitivos, así como con tratados de libre comercio con 45 países, una posición geográfica privilegiada, así como un marco legal y regulatorio accesible.¹

Por lo que corresponde la necesidad de plantear una estrategia de donde se determine el tipo de avances tecnológicos más convenientes para apoyar a los distintos sectores sociales.

Nuestro país cuenta con una larga experiencia en el desarrollo de la investigación agrícola y alimentaria, ya que ésta recibió un importante impulso en la década de 1930.

De acuerdo a ello, la biotecnología forma parte de esta innovación agrícola, la cual incluye una gran variedad de tecnologías empleadas en la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura la cual es utilizada para el mejoramiento genético de plantas y animales para aumentar sus rendimientos o

¹ *Secretaría de Relaciones Exteriores, Biotecnología.*

eficiencia; características y conservación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura; diagnóstico de enfermedades de plantas y animales, desarrollo de vacunas o la producción de alimentos fermentados.²

La escases de alimentos viene acompañada de problemáticas difíciles de combatir como la falta de agua y el cambio climático. Aunado a estos factores también esta la modificación de los hábitos alimenticios que para el año 2050 requerirá el aumento del 70% de la producción actual de alimentos, considerando que la población llegue a los 9 mil millones de seres humanos. Es por ello y que con el fin de producir alimentos de forma sostenible para 2 000 millones de personas más para 2050, por lo que la estrategia actual no será suficiente.

En este contexto es prioritario buscar estrategias para aumentar la productividad de los pequeños productores rurales, mediante la aplicación de tecnologías mejoradas a su vez utilizando menos recursos naturales, un reto en el cual la biotecnología tiene la posibilidad de convertirse en el actor principal de la contención del problema, mediante la aplicación de tecnológica en sistemas biológicos y organismos vivos, para la creación y modificación de productos o procesos para usos específicos, con un enfoque productivo y de sustentabilidad.

Por lo que será necesario apoyarse de una gama de innovaciones para reformar los sistemas alimentarios mundiales haciéndolos más sostenibles.

² FAO, *La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas.*

CONCEPTO DE BIOTECNOLOGÍA

La biotecnología es, el empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos.³

La biotecnología surge a mediados de la década de los años setenta y es una actividad multidisciplinaria, basada en el conocimiento de frontera generado 4en diversas disciplinas, entre ellas, un conjunto de técnicas que se denominan ingeniería genética y con la cual se transfieren genes de un organismo a otro. Asimismo, contempla el estudio integral y el uso de los sistemas biológicos, sus productos y sus procesos para hacer un uso inteligente, respetuoso y sustentable de la biodiversidad, a fin de facilitar la solución de problemas importantes en sectores tales como el de la salud, el campo, y el del medio ambiente.

Desde tiempos remotos el humano está ocupando microorganismos con el propósito de producir alimentos, mejorar su sabor o hacerlos menos perecederos. De ahí el nombre de biotecnología, o tecnología basada en la biología, es una disciplina que conjunta diversas técnicas, métodos y procesos⁵, empleando sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados, desarrolla tecnologías, procesos, productos y servicios que permiten resolver diferentes tipos de necesidades humanas.

El uso de procesos biológicos con microorganismos se ha dado desde hace más de seis mil años y ejemplos de esto son la producción de quesos y diversos productos lácteos como el yogurt, el pan, la cerveza, el vino y la penicilina, entre otros. Al inicio se desconocían las razones por las cuales sucedían estos procesos de fermentación, clave en la producción de estos productos. No obstante, el humano comenzó a estudiarlos y en conjunto con otras disciplinas científicas, se dio paso

³ UNAM, Centro de Ciencias Genómicas.

⁴ UIN, Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México.

⁵ Centro de Biotecnología.

a lo que hoy se denomina la biotecnología moderna que ha sido un parteaguas en el desarrollo de soluciones para combatir enfermedades, disminuir el cambio climático, producir alimentos a gran escala, generar energías limpias, desarrollar procesos industriales más limpios y seguros, entre muchas otras.

De acuerdo con la CIBIOGEM, la biotecnología se puede definir como el conjunto de técnicas que involucran la manipulación de organismos vivos o sus componentes subcelulares, para producir sustancias, desarrollar procesos o proporcionar servicios.

TIPOS DE BIOTECNOLOGÍA

La *biotecnología moderna* encuentra su fundamento en la utilización de nuevas técnicas de ADN, debido a el conocimiento de los procesos y mecanismos involucrados, que permiten utilizar y transformar productos a partir del uso de organismos.⁶

La *biotecnología roja* es aquella que se usa en procesos relacionados a la medicina, como la producción de medicamentos, vacunas y anticuerpos utilizados en laboratorio para pacientes con sistema inmunitario deficiente, el uso de células madre para fines terapéuticos.

La *biotecnología verde* es aquella que se usa en la agricultura con el propósito de cuidar los recursos naturales a través del mejoramiento genético de las plantas, reduciendo el uso de plaguicidas y fertilizantes o la producción de alimentos transgénicos más nutritivos. La ingeniería genética de plantas también promete la posibilidad de obtener organismos resistentes a condiciones extremas

⁶ CONACYT, *Biotecnología y bioseguridad en México*.

causadas por el cambio climático, como temperaturas elevadas o sequías para la alimentación de la población de nuestro planeta.⁷

En la biotecnología blanca o biotecnología industrial, existen microorganismos que se utilizan para generar productos químicos como solventes. Finalmente, hay varias aplicaciones de la biotecnología que sirven para mejorar las condiciones de sitios contaminados (bioremediación), o para producir bioplásticos que son degradables por microorganismos y que reducen la contaminación del ambiente. Otra aplicación de la biotecnología ambiental es el aprovechamiento de los residuos agrícolas o efluentes para la producción de energía y biocombustibles que podrían reemplazar a los combustibles fósiles.⁸

Aplicaciones productivas de la biotecnología

Al ser una ciencia que se encarga de desarrollar tecnologías y productos para el bienestar humano. Suele ser utilizada en diversas áreas, primordialmente con tres grandes sectores productivos:

1. Biotecnología del sector primario y de la alimentación, la cual busca mejorar la agricultura, acuicultura, la producción pecuaria, la producción forestal y la alimentación.
2. Biotecnología sanitaria, esta se encuentra relacionada al desarrollo de productos y la búsqueda de soluciones de diagnóstico para la salud humana y animal.
3. Biotecnología industrial y ambiental, investigación aplicada con microorganismos empleando tecnologías tradicionales y del ADN

⁷ UNAM, Centro de Ciencias Genómicas.

⁸ Centro de Biotecnología.

recombinante para el desarrollo de productos y procesos factibles de transferirse al sector industrial.

A continuación, se describen algunas de las actividades que están implicadas en cada sector productivo:

1. *Biotecnología del sector primario y de alimentación:*

- Producción de nuevas variedades de plantas (cultivos resistentes a herbicidas, plagas, heladas, mayores rendimientos en los cultivos, mayor valor nutricional en los alimentos).
- Producción de nuevas variedades de animales con características mejoradas (seleccionar ejemplares con características no deseadas, mejorando las características alimenticias).
- Técnicas avanzadas de reproducción de plantas y animales; y, desarrollo de alimentos funcionales como probióticos (aportan beneficios para la salud además de nutrientes).⁹

2. *Biotecnología sanitaria:*

- Tratamientos y vacunas para prevenir y curar enfermedades, biofarmacéuticos, tratamientos experimentales ingeniería celular, terapias con células madre, terapéutica de moléculas, mejora de eficacia y fármacos efectivos de acuerdo con el perfil genético de los pacientes.
- Métodos de diagnóstico.
- Medicina personalizada y producción de dispositivos médicos (biosensores, tejidos biológicos).¹⁰

⁹ UIN, *Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México.*

¹⁰ UIN, *Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México.*

3. Biotecnología industrial y ambiental:

- Producción de compuestos químicos (biocombustibles, enzimas, disolventes, vitaminas, antibióticos, biopolímeros) ya que los procesos basados en biotecnología en algunos casos aumentan la eficiencia productiva en comparación con los procesos tradicionales.
- Producción de biomateriales (algodón o la madera para fabricar envases, embalajes y tejidos) y de bioplásticos a partir de biopolímeros;
- Producción de enzimas (proteínas que catalizan reacciones bioquímicas) para la producción de alimentos, mejorando la eficiencia productiva y facilidad de digestión. Elaboración de detergentes y papel, reduciendo consumo de energía e impacto ambiental.
- Uso de microorganismos para procesar agentes contaminantes (haciéndolos inertes o benignos), utilización de biosensores para detectar elementos dañinos para el entorno.
- Extracción de minerales disueltos en líquidos empleando bacterias.
- Estudio de los recursos biológicos que puedan ser utilizados para desarrollar e implementar tecnologías de vanguardia, para el control de insectos plaga en los sistemas agrícolas.
- Hallazgo y estudio de compuestos de origen natural con actividad biológica el estudio y desarrollo de las capacidades biodegradadoras de diversos microorganismos que ofrezcan un bajo impacto ambiental y favorezcan la salud humana y la conservación de la flora y la fauna.¹¹

¹¹ IPN, Laboratorio de Biotecnología Ambiental.

LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

La producción agrícola se beneficia de la biología básica, la botánica y la agronomía que a su vez basan su desarrollo en identificación genética de las variedades de plantas utilizadas en la agricultura.

El principal objetivo de la biotecnología agrícola es alcanzar una mejor productividad de las plantas a través de la manipulación genética. Para la agricultura, el uso de esta tecnología trae beneficios como generar resistencia a determinadas plagas o incrementar los nutrientes en determinados alimentos. Esto se traduce en mejores cosechas y por lo tanto en seguridad alimentaria y en mejoras ingresos económicos.¹²

Mejorar la producción agrícola es una prioridad para gobiernos, agricultores y sociedad en general, ante la demanda en alimentos que la población requiere.

Uno de los principales sectores de aplicación de la biotecnología en el mundo se concentra en la cadena de producción primaria y transformación de productos agrícolas. La producción está determinada por condiciones de fertilización de suelos, disponibilidad de agua, calidad y función de semillas.

De acuerdo con datos de la Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios estima que en cultivos y alimentos, las principales aplicaciones de mejoramiento y manejo emanan de la biotecnología, coadyuvando así a innovaciones importantes como la biofortificación de cultivos, la resistencia a plagas y enfermedades, la biofertilización, la producción de

¹² *Hablemos del Campo, La Biotecnología y su impacto positivo en la economía mexicana.*

enzimas, probióticos, pigmentos, vitaminas, aminoácidos, el alargamiento de vida útil, mejora del sabor y calidad nutritiva de los alimentos.

En este contexto, frente al cambio climático se ha convertido en un importante pilar para el desarrollo de variedades modificadas a situaciones de estrés hídrico y calor. Esto, a través de una amplia gama de herramientas biotecnológicas que incluyen bioinformática, microbiología, biología molecular, genética, bioquímica, entre otras.¹³

Es debido a ello que la biotecnología se ha convertido en un instrumento de innovación y mejora, con beneficios y riesgos potenciales, pero sin desatender la contribución potencial de la misma, en el aumento de suministro de alimentos y así lograr superar la inseguridad alimentaria.

En nuestro país y de acuerdo con a cifras de la Encuesta sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) 2017, existen 370 empresas relacionadas con el uso de biotecnología.¹⁴

IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR AGRÍCOLA

Se estima que los rendimientos agrícolas, aunque pueden ser variables dependiendo del producto y la técnica utilizada, son susceptibles de incrementarse hasta en un 100%. Dado que se pueden incorporar características de mejoramiento a ciertos cultivos, el aumento de su demanda habrá de reflejarse en un incremento del precio unitario.

¹³ ProMéxico.

¹⁴ Inegi

Ante la creciente demanda de alimentos que habrá de requerir el crecimiento de la población, se necesitaran tecnologías diferentes a las actuales para satisfacer esta demanda, siendo la biotecnología una opción.

Es debido a ello que el diseño de variedades de plantas resistentes a la sequia, puede hacer crecer la frontera agrícola hacia suelos hasta ahora no aptos para el cultivo.

Como la ciencia atiende a métodos rigurosos y procesos claros, estas investigaciones pueden tomar muchos años antes de que se logren resultados concretos. Para acelerar estos procesos, científicos y empresarios se unen en clusters de innovación, término con el que se le conoce a la relación que se crea entre académicos, investigadores, consumidores y empresas que aplican la tecnología propuesta, con el fin de acelerar los procesos de implementación.

Impacto de la biotecnología en el sector agrícola

Concepto	Impacto Potencial
Superficie cultivada	Expansión de la frontera agrícola utilizando tierras hasta ahora no aptas para cultivo, con la selección de plantas resistentes a sequía, suelos salinos, suelos ácidos y alcalinos.
Rendimiento	Aumento en la productividad agrícola con variedades selectas de mayor eficiencia biológica y de altos rendimientos, con nuevas técnicas de cultivo que permitan incrementar las cosechas.
Precio	Se obtendrán productos agrícolas con propiedades y características específicas que permitirán un aumento de los precios. Además, se generará un espectro mayor de calidad por producto.

Costo de producción	Los insumos agrícolas se modificarán de forma sustancial siendo sustituidos por nuevos productos. Se estima que la dependencia de semillas mejoradas aumentará; que el consumo de fertilizantes derivados de petroquímicos tenderá a disminuir siendo reemplazado por biofertilizantes (fijación biológica de nitrógeno), los plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) de origen petroquímico, las cuales serán sustituidos en un alto porcentaje por productos biológicos.
Nuevos cultivos	Se estima que serán introducidos a exportación comercial alrededor de veinte nuevos cultivos, en los próximos años.
Desplazamiento de cultivos	Las nuevas técnicas de producción biológica permitirán que algunos productos agrícolas sean desplazados por "sustitutos naturales" como ha sucedido en el caso del azúcar de caña.
Bioindustria agrícola	Se generará un nuevo tipo de industria basado en la explotación de la producción de sustancias de origen vegetal <i>in vitro</i> . Los productos farmacéuticos, colorantes, saborizantes serán los primeros en llegar al mercado.

Fuente: Elaboración CEDRSSA, con datos de Rodolfo Quintero Ramírez. "Agricultura y cambio tecnológico: desarrollo y dependencia", Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM, 1986.

Una posible excepción es el desarrollo de biotecnología agrícola, para retrasar la maduración de las frutas y verduras, lo que permite tenerlas almacenadas por más tiempo. Los agricultores se beneficiarían con este avance al disponer de mayor flexibilidad en cuanto a producción y cosecha. Los consumidores también se beneficiarían al poder adquirir frutas y verduras perecederas. Lo que significa mayor duración en almacenamiento, menor costo de producción, más calidad y menos precio.

SECTORES DE IMPACTO

Sector pecuario

La biotecnología pecuaria, involucra los sistemas asociados a la alimentación y reproducción animal, el crecimiento y diferenciación de los¹⁵animales para fines diversos: leche, producción de huevo, cárnicos y productos derivados (huesos, proteínas). Además, implica los sistemas de diagnóstico de enfermedades de origen genético-degenerativas, enfermedades infecciosas y parasitarias, así como la investigación en sistemas de vacunación, sistemas de control de crecimiento por hormonas, aplicación de tecnología enzimática en la alimentación y protocolos para la mejora sustentable de la actividad ganadera.

La biotecnología pecuaria se emplea en la solución de problemas asociados a la mejora de la producción de peces, moluscos y crustáceos de interés alimentario. Métodos moleculares, así como sistemas de selección fisiológica de variedades de peces han permitido que se acorten o sincronicen ciclos de vida, que se reduzcan mermas en el período de nacimiento de huevecillos y que se consoliden resistencias a enfermedades y plagas.

Biotecnología forestal

La industria de producción de papel y madera se basa en productos forestales, que están sujetos a enfermedades y plagas, y se benefician también de los avances en genética vegetal, ingeniería genética, como en el caso de una mejor productividad de vainilla. Las aplicaciones de la biotecnología en el sector forestal comprenden además la enorme cadena de propagación de especies

¹⁵ UAQ, Parque Biotecnológico.

vegetales para reforestación o de especies ornamentales y de restauración urbana. Así como un impacto favorable en los efectos del cambio climático.¹⁶

El enorme potencial que la reforestación tiene para la conservación y rehabilitación de suelo y de agua, convierte al sector forestal en el eje de desarrollo sustentable del humano.

Alimentos procesados y biotecnología alimentaria

La biotecnología de alimentos se encuentra en el eje del desarrollo de cadenas de alimentación en el mundo. En este sector, químicos, biólogos, ingenieros y nutriólogos, participan en la generación de procesos integrados de transformación de productos animales o vegetales, en la producción de ingredientes y en la preparación de alimentos formulados.

Profesionales e investigadores desarrollan sistemas de estabilización de alimentos, a través de radiaciones, campos electromagnéticos, altas presiones hidrostáticas y pulsos eléctricos de alto voltaje que generan mayor estabilidad y garantizando la inocuidad de alimentos preparados, sin abatir su potencial nutritivo.

Los alimentos que además de cumplir con la función nutricional contribuyen con actividad del tipo farmacológica, ha orientado intensa investigación sobre la identificación y caracterización de compuestos. La disponibilidad en el producto de origen, así como su efecto en la salud y su aplicación en sistemas animales y humanos está en investigación.

¹⁶ FAO, *Innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas.*

La ingeniería bioquímica asociada al procesamiento de alimentos ha permitido la producción encapsulados de compuestos y microorganismos probióticos, concentrados, extractos, productos e ingredientes derivados de biotecnología. tecnologías de bioprocesamiento (fermentación, por ejemplo), o bioseparación (filtración, extracción), han permitido la generación de productos de muy alto valor agregado, derivados de materiales biológicos.

Procedimientos simples de ingeniería, tales como deshidratación, estabilización térmica, empaque y formulación de productos alimentarios, que hagan uso de biotecnología intermedia, pueden resolver problemas económicos de muchas cadenas productivas.¹⁷

Biotecnología industrial

Los sistemas de producción fermentativa, los procesos de recuperación y purificación, y los procedimientos de biología molecular, microbiología e ingeniería que permiten la mejora de su producción, son materia de intensa investigación e innovación. De igual forma, las enzimas de uso en procesos de procesamiento de materias primas o de producción de especialidades en el área de alimentos, constituyen un pequeño grupo de la gran gama de aplicaciones industriales de la biotecnología de enzimas. tienen en el área de alimentos procesados.

Biotecnología en la salud humana

¹⁷ UAQ, Parque Biotecnológico

La biotecnología tiene diferentes aplicaciones en el campo de la salud humana, como en la alimentación, haciendo énfasis en prevenir problemas de desnutrición, disminuyendo las carencias nutricionales de algunos alimentos, en la prevención de enfermedades hereditarias, en el diagnóstico de enfermedades, productos farmacéuticos, vacunas como, por ejemplo, la vacuna de la hepatitis B obtenida a través de la modificación de la levadura, así como el pronóstico y detección de enfermedades.¹⁸

¿ES LA BIOTECNOLOGÍA, UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE?

La biotecnología es una rama en pleno desarrollo con logros muy importantes, principalmente en el sector alimentario, aunque más recientemente en la medicina y la salud.

Adicionalmente, se ha observado que la aplicación de diversas técnicas biotecnológicas puede tener implicaciones benéficas para la conservación de la biodiversidad; por ejemplo, el desarrollo y la aplicación de técnicas de un estado biológico, la producción de biocombustibles y bioplaguicidas, así como los procesos biogeoquímicos involucrados en el reciclamiento y aprovechamiento de la materia orgánica. Estas técnicas pueden contribuir al desarrollo sustentable de cualquier entidad económica, región o país, y a la disminución de la contaminación del medio ambiente.¹⁹

Debido a ello que las herramientas biotecnológicas son aplicables en los sectores agrícola, turístico e industrial y, por lo mismo, son indispensables en la

¹⁸ CNDH, *Estudio sobre la biodiversidad y la biotecnología y su vínculo con el pleno goce de los derechos humanos.*

¹⁹ ECOSUR, *Biotecnología una alternativa para la conservación del ambiente.*

implementación de estrategias para el desarrollo sustentable, como las que requiere la sociedad actual y futura.

Ciertas prácticas agrícolas que son utilizadas en algunas partes del mundo en vías de desarrollo tienden a conservar la diversidad biológica. La basta cantidad de recursos biológicos y genéticos que posee México representan un operante para el desarrollo del país, de igual forma para encontrar soluciones innovadoras a los grandes retos que conlleva el sobre explotar los recursos naturales.

EL USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN BENEFICIO DE LA AGRICULTURA

De acuerdo con la FAO, es altamente probable que la crisis sanitaria traerá un incremento del hambre en el mundo, y con especial intensidad en los países de América Latina, incluido México. Esta organización ya había advertido a finales del año pasado que el año 2020 sería un periodo crítico para numerosos países arrasados por la pobreza, donde 135 millones de personas enfrentarían niveles de hambre severas. Sus proyecciones actuales casi duplican ese número debido a la pandemia.²⁰

Si bien existen las suficientes reservas de alimentos en el mundo y los precios internacionales de los granos no han aumentado significativamente, el mayor riesgo detectado en el corto plazo es no poder garantizar alimentos a la población debido a la interrupción de las cadenas de suministros a nivel mundial, mejor conocidas como “cadenas globales de valor agroalimentarias”, debido a los bloqueos internacionales y nacionales en la transportación. Al cierre de fronteras se agregan cierres de mercados nacionales mayoristas y minoristas por presentar casos con el virus.

²⁰ FAO, *Seguridad Alimentaria bajo la Pandemia de COVID-19*.

A este contexto, es probable se sumen otros que pueden hacer más complejo este panorama como, por ejemplo, la recesión económica, la devaluación de las monedas locales, el cambio climático, la inflación interna en los precios de alimentos y, la pérdida de ingresos por desempleo.

En el caso de México, este riesgo es altísimo, ya que el país tiene una fuerte dependencia a las importaciones de alimentos del mercado internacional²¹. De hecho, nuestro país sufre de una grave inseguridad alimentaria debido a que nos hemos convertido en el principal importador de granos básicos del mundo, especialmente de maíz, el segundo de leche y el tercero de carne de cerdo.

En este contexto el retraso de crecimiento infantil o desnutrición crónica caracteriza la seguridad alimentaria de las niñas y niños menores de cinco años, así como también es importante destacar los malos hábitos alimenticios que forman parte de la vida diaria.

Países como Argentina, Bahamas, Chile, y México duplican la tasa de obesidad a nivel mundial.

De acuerdo con el Fondo Monetario Internacional ha pronosticado que la actual crisis sanitaria compromete la sostenibilidad de las empresas y el nivel desempleo resultando en bajos ingresos y poca seguridad alimentaria; por lo que se ha pronosticado una contracción de la economía regional de 5,3% en 2020, en México decrecerá un 6,5%.²²

Es debido a ello que la innovación en la agricultura ha permitido soslayar la actual oferta de alimentos, así como las medidas de restricción de movilidad o de aislamiento social, las cuales pueden tener impacto a largo plazo, en el suministro de alimentos. Utilizar la biotecnología para beneficiar a la

²¹ UNAM, *Resonancias, COVID-19 en México: ¿De una crisis de salud a una crisis alimentaria?*

²² FMI, *Perspectivas de la Economía Mundial*.

agricultura podría traer consigo sin número de ganancias como la resistencia al estrés ambiental o biológico; la vulnerabilidad de los insectos a los plaguicidas; el control de enfermedades; la tolerancia de las plantas a plaguicidas y herbicidas; la fijación biológica del nitrógeno y la inserción de genes para crear nuevas defensas en las plantas y más oportunidades para el uso de tierras abandonadas.

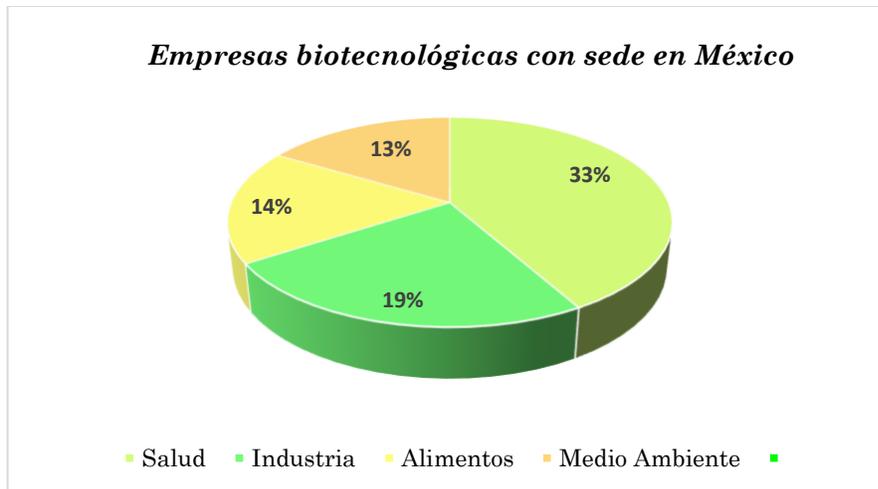
En este contexto es necesario puntualizar, que el uso de la biotecnología aún atraviesa por una fase de estudio, aun cuando se aprecian importantes disyuntivas entre las técnicas tradicionales y las fundadas de esta ciencia.

La biotecnología se ha asimilado como un nuevo método en el medio científico, pero el sector productivo agrícola aún no lo ha adoptado por completo. Es una fase de transición entre un viejo modelo de desarrollo agrícola y algo innovador, en que la tecnología figura como elemento, pero que por sí sola no definirá el nuevo estándar y tendrá que ver con el replanteamiento del papel de la agricultura en la sociedad contemporánea.

Datos de biotecnología en México

En México hay más de 406 empresas que desarrollan o utilizan biotecnología moderna, de estas 33% se encuentran en el segmento de la salud, 19% en el de la industria, 14% en el de alimentos, 13% en el del medio ambiente y el resto en otras áreas.²³

²³ ProMéxico



Fuente: Elaboración CEDRSSA con datos de ProMéxico.

En cuanto a desempeño internacional, México es el segundo país más importante de Latinoamérica considerando la cantidad de pruebas clínicas realizadas en el primer semestre de 2015.

Fortalezas del Sector en México

- Capital humano. En nuestro país existen aproximadamente 130 universidades que ofrecen en conjunto alrededor de 614 programas de estudio en áreas relacionadas directamente con la biotecnología (biología, bioquímica, biotecnología, ciencias biomédicas e ingeniería bioquímica). Asimismo, hay más de 8,500 investigadores que laboran en el área de biotecnología y ciencias de la vida.
- Cerca de 90 instituciones cuentan con cerca de 320 programas de posgrado en contenidos relacionados directamente con la biotecnología.
- Costos competitivos. México ofrece costos significativamente menores en comparación con otros países representantes de la industria en los rubros

de pruebas clínicas, pruebas de producto e investigación y desarrollo en biotecnología.

- Centros de investigación. Existen clústeres del sector en diversos estados del país. Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), que es uno de los centros más importantes a nivel mundial para la secuenciación y análisis funcional del genoma de plantas, animales y microorganismos de uso potencial para aplicaciones en agricultura, medicina e industria. En Nuevo León el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) tiene un Centro Biotecnológico el cual integra programas de ingeniería química, agrobiotecnología, biología y biomédica. En Morelos La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es la institución que lidera el clúster de ciencias de la vida en el estado, al contar con un Instituto de Biotecnología especializado en biología molecular vegetal, medicina molecular y biotecnología, y con un Centro de Ciencias Genómicas.
- Propiedad intelectual. Según datos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), se estima que el número de solicitudes de patentes en México ha crecido a una tasa media crecimiento anual (TMCA) de 1.9% en los últimos 3 años.

MARCO REGULATORIO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

A nivel nacional, la industria de la biotecnología se encuentra regulada por las leyes y reglamentos que emanan de la constitución, de los tratados y acuerdos internacionales.

El marco regulatorio mexicano en cuestiones de biotecnología es uno de los más avanzados a nivel mundial, ya que contiene importantes disposiciones en materia de bioseguridad y provee altos niveles de certeza respecto a los derechos de propiedad intelectual.

En 2012, México firmó el Protocolo de Nagoya – Kuala Lumpur sobre responsabilidad y compensación suplementaria al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, el documento establece normas y procedimientos para garantizar conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y contempla también los riesgos para la salud humana.

Marco regulatorio de la biotecnología en México



Fuente: Elaboración CEDRSSA con datos de Legislación y Políticas Públicas en Biotecnología en México.

Es cuanto la biotecnología desempeña una función de suma relevancia, ya que, fomentarla, permitirá fortalecer al sector primario, de igual forma puede

contribuir a solventar diversas carencias sociales como, el abasto de alimentos, manteniendo la cadena de suministros, atención a temas de salud de productores y jornaleros, así como contribuyendo a generar alimentos de calidad y nutritivos, con costos competitivos. Es debido a ello y que, para hacer frente a los nuevos desafíos de alcanzar la seguridad alimentaria, así como afrontar la crisis económica y el cambio climático, será necesario auxiliarnos de la biotecnología e innovación, dando como resultado el aumento en la productividad agrícola y la conservación de los recursos naturales.

La innovación en la agricultura ha permitido a la creciente población del mundo soslayar hambrunas masivas, proveer disponibilidad de alimentos, así como la mejora de los ingresos de los productores agrícolas, que conllevan la reducción del hambre y de la pobreza. Por lo tanto, será necesario acrecentar las inversiones en actividades nacionales e internacionales de investigación e innovación para el desarrollo del campo.

La pandemia y el riesgo de una crisis alimentaria recuerdan la importancia de volver al campo, debido a que la solución del problema requiere que la agricultura sea comprendida por la sociedad como una actividad imprescindible que debemos proteger y apoyar. De ahí surge la importancia de alentar y fortalecer las alianzas público-privadas que permitan el desarrollo e impulso de las investigaciones que, en la actualidad, se están haciendo en centros educativos y del sector público de México, las cuales buscan incrementar la competitividad, con la innovación de técnicas y productos en el sector rural y sobre todo ofrecer oportunidad de desarrollo para el sector rural.

A nivel de política pública, es importante analizar lo propuesto en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología en curso para evaluar los avances en el ámbito de la biotecnología, así como la pertinencia y vigencia de dicho programa.

A pesar de ser intensiva en tiempo y capital, la industria global de la biotecnología ha mostrado una tasa de crecimiento sumamente alta durante los últimos años. Lo anterior se debe, entre otros factores, a su amplio potencial para brindar soluciones a los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy en día en áreas como salud, agricultura, alimentación y medio ambiente, entre otras. Existe en nuestro país una sólida plataforma de investigación constituida por importantes universidades, centros de investigación y empresas especializadas en las diferentes áreas la biotecnología, por lo que da grandes ventajas para el desarrollo de la esta ciencia.

Los programas biotecnológicos han sido eficaces, en situaciones donde se complementaban programas de actividades convencionales de investigación, con desarrollo en agricultura, bien estructurados. Todo esto se debe a la elaboración de políticas apropiadas, al refuerzo de las instituciones de investigación y extensión y a la vinculación entre investigación, extensión y otros actores. Es importante continuar implementando medidas normativas adecuadas para beneficiar los sistemas alimentarios y a las sociedades rurales.

Será pertinente analizar el nuevo reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), aunado lo presentado en el Diario Oficial de la Federación al excluir a la biotecnología de sus áreas de investigación, así como el recorte presupuestal que afectara, cambiará las perspectivas y limitará la capacidad de investigación en los programas de ciencia y tecnología.

Alentar y fortalecer acciones para promover y fomentar la innovación en la producción del campo debe de convertirse en un trabajo de análisis y reflexión, para generar conjuntamente una visión a futuro.

MATERIAL CONSULTADO

Centro de Biotecnología (2020) “Biotecnología agrícola” [en línea]:<
<https://www.centrobiotecnologia.cl/comunidad/que-es-la-biotecnologia/>>
[consultado el 30 de septiembre del 2020].

CNDH (2010) “Estudio sobre la biodiversidad y la biotecnología y su vínculo con el pleno goce de los derechos humanos” [en línea]: <<https://www.cndh.org.mx/documento/estudio-sobre-la-biodiversidad-y-la-biotecnologia-y-su-vinculo-con-el-pleno-goce-de-los>> [consultado el 17 de agosto del 2020].

CONACYT (2010): “Biotecnología y bioseguridad en México” [en línea]: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/divulgacion/Que_es_la_Biotecnologia.pdf> [consultado el 4 de agosto del 2020].

ECOSUR (2010): “Biotecnología una alternativa para la conservación del ambiente” [en línea]:<<http://www.ecosur.mx/sitios/ecosur-en-los-medios/651-biotecnologia-una-alternativa-para-la-conservacion-del-ambiente>>
[consultado el 23 de julio de 2020].

FAO (2012): “La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas” [en línea]: <<http://www.fao.org/3/ar635s/ar635s.pdf>>[consultado el 24 de julio de 2020].

FAO (2020): “Seguridad Alimentaria bajo la Pandemia de COVID-19” [en línea]:< <http://www.fao.org/documents/card/es/c/ca8873es/>> [consultado el 21 de 28 de julio de 2020].

FMI (2020) “Perspectivas de la Economía Mundial” [en línea]: <
<https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020>> [consultado el 17 de agosto del 2020].

Hablemos del Campo (2018) “La Biotecnología y su impacto positivo en la economía mexicana” [en línea]:< <https://www.hablemosdelcampo.com/la-biotecnologia-y-su-impacto-positivo-en-la-economia-mexicana>> [consultado el 21 de agosto del 2020].

IPN (2020) “Laboratorio de Biotecnología Ambiental” [en línea]:<
<https://www.cbg.ipn.mx/investigacion/laboratorios/biotecnologia-ambiental.html>> [consultado el 27 de agosto del 2020].

Quintero Ramírez Rodolfo (1986): "Agricultura y cambio tecnológico: desarrollo y dependencia" [en línea]: <<https://docplayer.es/86926179-Biotecnologia-y-produccion-agroalimentaria.html>> [consultado el 4 de septiembre del 2020].

Secretaría de Relaciones Exteriores (2019) “Biotecnología” [en línea]:<
https://aplicaciones.sre.gob.mx/tratados/muestratratado_nva.sre?id_tratado=509&depositario> [consultado el 15 de septiembre del 2020].

UAQ (2020) “Tipos de Biotecnología” [en línea]:<
<https://www.uaq.mx/ParqueBiotecnologico/>> [consultado el 7 de octubre del 2020].

UIN (2017) “Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México” [en línea]:<
<https://ethic.com.mx/docs/estudios/Panorama-Biotecnologia-Mexico.pdf>> [consultado el 19 de agosto del 2020].

UNAM (2020) “Centro de Ciencias Genómicas” [en línea]:<
<https://www.ccg.unam.mx/>> [consultado el 9 de octubre del 2020].

UNAM (2020) “Resonancias, COVID-19 en México: ¿De una crisis de salud a una crisis alimentaria?” [en línea]: <
<https://www.iis.unam.mx/blog/covid-19-en-mexico-de-una-crisis-de-salud-a-una-crisis-alimentaria/>> [consultado el 1 de octubre del 2020].