



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



CDTI

Centro para el  
Desarrollo  
Tecnológico  
Industrial

# BIOTECNOLOGÍA

## China

# 2019

---

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no vincula al CDTI, E.P.E., que no asume la responsabilidad de la información u opinión contenidos en el mismo, con independencia de que haya sido realizado bajo su supervisión.

## Contenido

<b>1. Resumen ejecutivo</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Descripción del sector y clasificación de actividades</b> .....	<b>9</b>
<b>3. Sistema Chino de Ciencia y Tecnología</b> .....	<b>11</b>
Componentes y gestión del Sistema de Ciencia y Tecnología.....	12
Políticas de Ciencia y Tecnología en China .....	14
Programas de Ciencia y Tecnología.....	17
Industria de empresas de alta tecnología en China .....	19
Incentivos fiscales a las actividades en I+D .....	21
<b>4. Situación actual del sector de la biotecnología en China</b> .....	<b>24</b>
Reforma del Sistema de Salud.....	25
<i>Healthy China 2030</i> .....	26
Sectores relacionados con la industria de la biotecnología .....	27
<b>5. Distribución geográfica de la industria biotecnológica</b> .....	<b>30</b>
<b>6. Biotecnología de la salud o biotecnología roja</b> .....	<b>32</b>
Gasto en I+D en el sector de la salud en China .....	32
La industria farmacéutica en China.....	35
<b>7. Biotecnología industrial o blanca</b> .....	<b>39</b>
Biocombustibles.....	41
Bioetanol.....	41
Biodiesel.....	43
Bioplásticos .....	44
<b>8. Biotecnología agroalimentaria o verde</b> .....	<b>46</b>
Actividades de I+D en el sector agrario en China .....	47
Importación y exportación de los principales productos agroalimentarios genéticamente modificados consumidos en China: Soja, maíz y arroz. ....	48
Localización de la biotecnología agroalimentaria en China .....	51
Empresas privadas y estatales.....	52
<b>9. Biotecnología marina o azul</b> .....	<b>53</b>
Producción de biocombustibles y reducción de la contaminación a través de microalgas .....	54
Biofarmacia marina .....	56
<b>10. Biotecnología medioambiental o gris</b> .....	<b>57</b>
Biorremediación de suelos.....	57
<b>11. Cooperación internacional en biotecnología</b> .....	<b>60</b>

Cooperación España-China .....	60
Cooperación EU-China .....	60
Asociaciones de investigación y colaboraciones con universidades.....	61
<b>12. Protección de la propiedad intelectual en China .....</b>	<b>62</b>
Patentes en China .....	62
Derechos de autor en China .....	63
Derechos de marcas en China .....	63
<b>13. Oportunidades y recomendaciones para las empresas españolas .....</b>	<b>64</b>
Recomendaciones generales.....	64
Eventos de interés.....	65
<b>14. Bibliografía .....</b>	<b>67</b>

## LISTADO DE ACRÓNIMOS

<b>Listado de acrónimos</b>	
<b>BASF</b>	Badische Anilin- und Soda-Fabrik
<b>BTE</b>	Guangzhou International Biotechnology Expo
<b>CAAS</b>	Chinese Academy of Agriculture Science
<b>CAS</b>	Chinese Academy of Science
<b>CDE</b>	Center for Drug Evaluation
<b>CFDA</b>	Chinese Food and Drug Administration
<b>CFM</b>	Co-Funding Mechanism
<b>CNCBD</b>	China National Center for Biotechnology Development
<b>CNIPA</b>	National Intellectual Property Administration
<b>CPCC</b>	Copyright Protection Centre of China
<b>CPCNP</b>	Comité Permanente de la Asamblea Popular Nacional
<b>CRAES</b>	Chinese Research Academy of Environmental Sciences
<b>CSIC</b>	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
<b>CSTEC</b>	China Science and Technology Exchange Center
<b>FAB</b>	Food, Agriculture and Biotechnology
<b>GPCR</b>	G-protein-coupled receptors
<b>IODP</b>	International Ocean Discovery Program
<b>MIIT</b>	Ministry of Industry and Information Technology
<b>MMAE</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Ecología
<b>MOE</b>	Ministry of Education
<b>MOF</b>	Ministry Of Finance
<b>MOH</b>	Ministry of Health
<b>MOST</b>	Ministry of Science and Technology
<b>NCP</b>	National Contact Point
<b>NDRC</b>	National Development and Reform Commission
<b>NKP</b>	National Key R&D Programmes
<b>NSFC</b>	National Natural Science Foundation of China
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>PLA</b>	Ácido Poliláctico
<b>RDPAC</b>	Research and Development based Pharmaceutical Association Committee
<b>SAIC</b>	State Administration for Industry and Commerce
<b>SIPO</b>	State Intellectual Property Administration
<b>TBI</b>	Technology Business Incubators
<b>UCO</b>	Used Cooking Oil

## 1. Resumen ejecutivo

Con una población de casi 1.400 millones de habitantes, China se convierte en uno de los países con mayor mercado del mundo. Pero la gran población no sólo ofrece oportunidades económicas, sino que también plantea problemas relacionadas con la cobertura de la atención médica, la seguridad alimentaria, el agotamiento de los recursos, la contaminación y la degradación del medio ambiente. Para resolver estos problemas, la biotecnología está especialmente bien posicionada en el país asiático, ya que el gobierno chino y las grandes empresas chinas proporcionan un fuerte apoyo al desarrollo de este campo.

El Gobierno chino tiene el objetivo de acelerar la transformación de China hacia una potencia biotecnológica a través del actual 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020) y mediante una serie de políticas que incentivan el desarrollo eficiente de actividades relacionadas con la biotecnología de vanguardia, nuevas tecnologías biomédicas, materiales biomédicos, tecnologías verdes de bio-fabricación, aprovechamiento de los recursos biológicos y tecnologías de bioseguridad. Asimismo, El Plan de Desarrollo de Ciencia y Tecnología a Medio y Largo Plazo (2006-2020) define como área estratégica de desarrollo del bienestar de la población, la salud, la agricultura, los recursos naturales y la protección del medio ambiente. Además, en el plan *Made in China 2025* se define la biofarmacia y los productos médicos como campos de especial interés.

Una de las principales estrategias utilizadas por las autoridades chinas para desarrollar la industria biotecnológica es la construcción de parques tecnológicos. Se trata de grandes campus diseñados para ubicar a empresas del sector en torno a una industria en común, como la biofarmacia. Los fondos son proporcionados por el Gobierno Central y financian tanto los parques industriales de rango nacional como los parques industriales de rango provincial. Se destacan las áreas del delta del Río Yangtze, el delta del Río Pearl y la región de Beijing, Tianjin y Hebei como las zonas con mayor aportación al impulso del desarrollo de la biotecnología en China.

La industria de la biotecnología en China ha tenido un gran crecimiento en la última década gracias al apoyo gubernamental. Este sector lo forman empresas que transforman materiales vivos para la producción de conocimiento, bienes o servicios. Se trata de un sector muy amplio y muchas veces, no es fácil delimitarlo debido a que tiene numerosas aplicaciones en diferentes sectores industriales como la agricultura, la química, la salud, la alimentación, etc. Por ello, es común que se segmente el sector dependiendo de su campo de actuación:

### **Biotecnología de la salud o roja**

Las autoridades chinas llevan impulsando su industria farmacéutica desde 2009 a través de la Reforma del Sistema de Salud, cuyo objetivo principal es proveer acceso a tratamientos médicos a todos los ciudadanos chinos en 2020, lo que supone un mayor consumo de fármacos y productos para el cuidado de la salud. Además, el Gobierno chino tiene el objetivo de reducir la alta dependencia de los elevados costes de los medicamentos y patentes importados. El gasto en I+D en el sector médico de las grandes y medianas empresas tiene una tendencia creciente y a la vista de las políticas

aplicadas, la medicina biológica y la medicina química son los sectores de mayor crecimiento dentro de la biotecnología de la salud. La biomedicina aporta importantes avances en la terapia para el tratamiento contra el cáncer, la cual es una prioridad para la administración china. La medicina tradicional también muestra una tendencia creciente en la inversión en I+D y es un sector de gran relevancia para el mercado chino. Se destaca tres clústeres de la biotecnología roja: Parque de alta tecnología de Zhangjiang (Shanghái), Parque de Ciencias de Zhongguancun (Pekín) y BioBay (Suzhou).

### **Biotecnología industrial o blanca**

La biotecnología industrial es de gran importancia en China debido a la estructura energética del país, a los altos niveles de contaminación y a la falta de desarrollo en las áreas rurales. Gracias a la biotecnología industrial se pueden simplificar los procesos de fabricación, reducir el impacto medio ambiental y la cantidad de desechos.

Los altos niveles de contaminación a los que se enfrenta China hacen que la búsqueda de procesos industriales con un menor impacto ambiental sea prioritaria para el Gobierno. En este sentido, la biotecnología blanca ofrece alternativas para la industria de los biocombustibles y la industria química. El uso de la biotecnología en la producción de etanol, diésel y plásticos puede contribuir a aumentar la productividad y reducir los altos niveles de contaminación. China actualmente es el tercer productor de etanol del mundo y el primero de productos químicos.

En el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), la industria relativa al consumo energético, protección medioambiental y el control de las emisiones de carbono se presenta como una de las seis industrias prioritarias para China. Además, las nuevas energías limpias son consideradas un pilar fundamental para el desarrollo sostenible en el último plan quinquenal del país.

### **Biotecnología agroalimentaria o verde**

China es el mayor productor de alimentos agrícolas y el mayor consumidor de fertilizantes del mundo; sin embargo, su capacidad productiva de alimentos no cubre todas las necesidades de la población y posee un bajo desarrollo tecnológico agrícola. Mientras parte de la población china está sobrealimentada, la otra parte aún no tiene acceso a los nutrientes necesarios. La población carece de conocimientos básicos sobre nutrición y salud. Para solventar esta situación, el Gobierno publicó en el año 2014 el tercer Programa Nacional para el Desarrollo de la Alimentación y la Salud (2014-2020) con el objetivo de salvaguardar el suministro efectivo de alimentos, optimizar la estructura alimentaria y mejorar la nutrición de los ciudadanos.

En el actual 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), se resalta la importancia que tiene este sector para el futuro del país, la modernización agrícola es uno de los principales desafíos. El Gobierno chino manifiesta sus objetivos de desarrollar una agricultura local, líder a nivel mundial, a través de la implementación de diversos proyectos nacionales que tienen una repercusión directa con la biotecnología verde. Las autoridades consideran la biotecnología verde como una herramienta para ayudar al desarrollo y

mejora de la seguridad alimentaria, aumentar la productividad de la agricultura, fomentar el desarrollo sostenible y posicionar China dentro del mercado internacional de la agricultura. Sin embargo, los productos modificados genéticamente, sobre todo en los alimentos, son criticados por la sociedad china debido a la falta de información pública.

### **Biotecnología marina o azul**

China posee cerca de 18.000 kilómetros de costa y aproximadamente 3.000.000 de m<sup>2</sup> de mar bajo su jurisdicción. Esto hace que sea uno de los países con mayores recursos naturales marinos. La distribución geográfica de la industria marina está concentrada en las regiones costeras, en especial en la zona del Mar de Bohai, el Mar Amarillo, Delta del Río Pearl y Delta del Río Yangtze, que en su conjunto representan más del 90% de los ingresos totales de la industria. El país asiático es uno de los mayores productores de especies algas el mundo, posee el 58% de la producción de algas marinas cultivadas y el 28% algas marinas salvajes del mundo.

Las autoridades chinas consideran la investigación en ciencias azules como un aspecto estratégico para el desarrollo de la ciencia y la tecnología del país. Se promueve el aprovechamiento de los recursos marinos, la mejora del entorno ecológico de la pesca y el suministro de alimentos de calidad de origen marino. Además, tienen el objetivo de mejorar la protección del medio ambiente marino mediante la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, que incluyan el tratamiento avanzado de aguas residuales altamente eficientes, el tratamiento de micro contaminantes tóxicos en el agua. También se refleja la búsqueda de nuevas formas de energía y biocombustibles, las cuales se relacionan directamente con la biotecnología marina debido al desarrollo de biocombustibles producidos por micro algas. Además, con el plan *Made in China 2025*, el sector de la biotecnología azul también es impulsado e incentivado para desarrollar nuevas tecnologías de biofarmacia marina, Biocombustibles y nuevos materiales.

### **Biotecnología medioambiental o gris**

El rápido desarrollo de la industrialización, la urbanización y la agricultura intensiva en China ha provocado la contaminación del suelo con sustancias tóxicas, como los metales pesados o los hidrocarburos, creando una amenaza para la seguridad de la producción agrícola, el medio ambiente y la salud de la población. El control y la rehabilitación de la contaminación del suelo en China a través de la biotecnología se encuentran en fase piloto de demostración. El mercado de la biorremediación de suelos está todavía en una fase de desarrollo y la tendencia es creciente. Cada vez existen más empresas que invierten en el sector debido al potencial desarrollo del mercado de la remediación de suelos para los próximos años y las políticas preferencias de las autoridades chinas a través de programas de financiación y subvenciones,. En mayo 2017, había más de 2.600 empresas dedicadas a la restauración del suelo, convirtiéndolo en uno de los sectores más atractivos en la industria de la protección del medio ambiente.



## Cooperación internacional

Las empresas tecnológicas españolas y chinas pueden realizar proyectos conjuntos en investigación y desarrollo a través del programa bilateral CHINEKA establecido por CDTI y TORCH (homólogo chino de CDTI). Se trata de un programa que apoya el desarrollo conjunto de proyectos de innovación tecnológica. Los plazos de presentación de proyecto está abierto durante todo el año y no hay límite de temática tecnológica.

A nivel europeo, el Programa Marco de Investigación e Innovación de la UE, Horizonte 2020, y bajo el Mecanismo de Cofinanciación entre China y UE, ofrece diversas oportunidades para que los investigadores europeos y chinos colaboren en una amplia rama de disciplinas científicas, creen y fortalezcan las asociaciones de ambas partes en una serie de específicas áreas de interés común y beneficio mutuo. En este sentido, una de las principales iniciativas es el Programa Alimentación, Agricultura y Biotecnologías (FAB, por sus siglas en ingles).

## Protección de la propiedad intelectual en China

El gobierno chino se ha esforzado durante los últimos años para mejorar el sistema de protección de la propiedad intelectual y así, aumentar las actividades de innovación y desarrollo en el país asiático. A mediados de 2018, el Congreso Nacional del Pueblo aprobó la Administración Nacional de la Propiedad Intelectual de China (CNIPA), anteriormente se denominaba Oficina Estatal de Propiedad intelectual (SIPO), con el objetivo de simplificar la regulación, fortalecer y mejorar la supervisión del mercado. Se puede clasificar el sistema de protección propiedad intelectual chino en patentes, derechos de marcas, derechos de autor y secretos comerciales.

## 2. Descripción del sector y clasificación de actividades

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define la biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología sobre organismos vivos, así como partes, productos y modelos para alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimiento, bienes o servicios (1).

Otra definición de la biotecnología es la que se puede encontrar en el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, que lo define como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos (2).

El sector de la biotecnología es muy amplio y muchas veces no es sencillo delimitarlo, ya que tiene numerosas aplicaciones en diferentes sectores industriales como la agricultura, la química, la salud, la alimentación, etc. Por ello, es común que se segmente el sector dependiendo de su campo de actuación:

- **Biotechnología de la salud (roja):** Dentro de este grupo se pueden encontrar actividades como el descubrimiento de nuevos medicamentos, nuevas vacunas y antibióticos, el desarrollo de nuevos fármacos, técnicas moleculares de diagnóstico, las terapias regenerativas y el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la manipulación genética.
- **Biotechnología industrial (blanca):** tiene que ver con la biotecnología dedicada a optimizar los procesos industriales, mejora de la eficiencia productiva, a la vez que sean más limpias y respetuosas con el medio ambiente. Se puede encontrar en este grupo las actividades relacionadas con la industria química, biomateriales o los biocombustibles.
- **Biotechnología agroalimentario (verde):** se trata de la aplicación de la biotecnología en la industria de la agricultura y la ganadería. Entre las principales actividades se pueden encontrar las técnicas y procesos para producir un alimento, mejora de plantas, elaboración de microorganismos y la mejora de los cultivos.
- **Biotechnología marina (azul):** se trata de la aplicación de la ciencia y tecnología en la biodiversidad marina. La principal actividad es el desarrollo de nuevos productos farmacéuticos. Se trata de un sector en desarrollo y la mayoría de sus aplicaciones se encuentran en fase de investigación.
- **Biotechnología medioambiental (gris):** en este grupo están presentes las aplicaciones de las biotecnologías con el fin de proteger, restaurar y mejorar el medio ambiente. Las actividades más comunes son las relacionadas con el mantenimiento de la biodiversidad y la reducción de la contaminación.

Debido a los avances en el sector durante las últimas décadas, también se puede encontrar la biotecnología en dos etapas:

- **Biotecnología tradicional:** empleo de micro organismos como bacterias, levadura o mohos para la producción de nuevos y diferentes productos sin modificar el ADN de los mismos.
- **Biotecnología moderna:** aplicación de la ingeniería genética para crear organismos genéticamente modificados con diferentes finalidades como en la agricultura o en la industria farmacéutica (2).

### 3. Sistema Chino de Ciencia y Tecnología

Con el objetivo de poseer una mayor independencia tecnológica y posicionarse en la industria de alta tecnología en el entorno internacional, China lleva apostando por el desarrollo tecnológico desde los años 80. En los últimos años se puede observar un incremento constante en el gasto en I+D. Esto es resultado, en gran medida, de las políticas de ciencia y tecnología que se han llevado a cabo. El gobierno central apuesta por el sistema de ciencia y tecnología como una herramienta fundamental para reformar la economía del país y transformarlo en una economía basada en el conocimiento y la innovación (3).

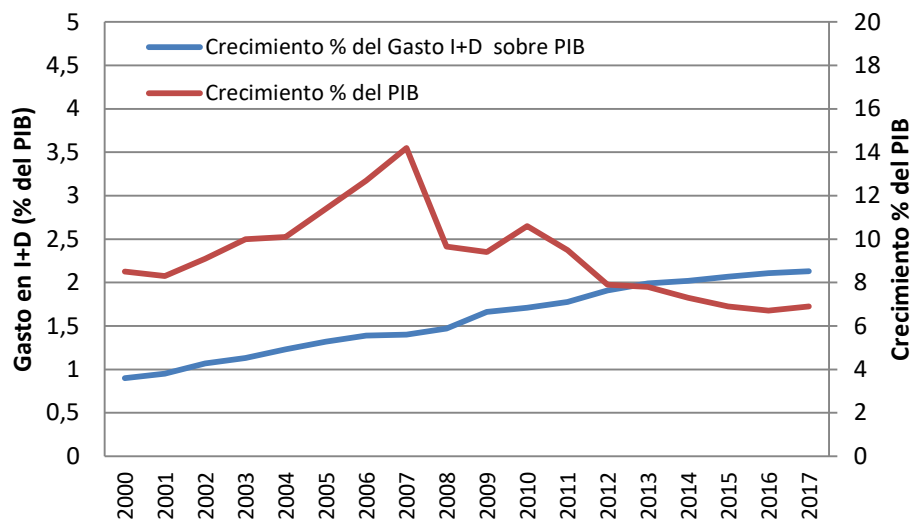


Figura 3. 1 Crecimiento % del Gasto en I+D sobre el PIB y Crecimiento % anual del PIB. Fuente: Elaboración propia con datos de World Bank

Como se puede observar en la Figura 3.1, aunque el crecimiento económico del país asiático se haya reducido en los últimos, la inversión en I+D sigue aumentando año tras año (4) mediante reformas, nuevos organismos, políticas de ciencia y tecnologías, programas e incentivos fiscales que fomentan las actividades en I+D a través de programas nacionales como el Plan de Desarrollo de Ciencia y Tecnología a medio y largo plazo (2006-2020) y el Plan Quinquenal, ahora en vigor el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020). Uno de los principales objetivos de estos programas es la creación de un entorno de innovación propia a través de diferentes actuaciones como el fortalecimiento de los vínculos entre las universidades y las empresas, la atracción de talento extranjero, la mejora de las herramientas de la protección y la cooperación internacional.

Las capacidades tecnológicas de China han aumentado en los últimos años. Por un lado, China ya tiene capacidades maduras en tecnologías de nivel medio como maquinaria, construcción de infraestructura, logística moderna, electrónica y equipos de energía renovable. Estas tecnologías es lo que se necesita para mejorar el bienestar económico y social. Por otro lado, China se encuentra en fase de transición de un capacidad tecnológica media a una capacidad de alta tecnología. En los últimos 10 años, se ha podido observar cómo en China se ha

estandarizado los ordenadores, los teléfonos inteligentes, las modernas infraestructuras de transporte como el metro o los trenes de alta velocidad.

### Componentes y gestión del Sistema de Ciencia y Tecnología

La administración del Sistema de Ciencia y Tecnología chino se encuentra bajo el Consejo de Estado. De la administración del sistema se encargan varios ministerios, agencias nacionales y gobiernos locales; además de intervenir universidades, institutos de investigación y otros organismos. La administración es compleja, pero se puede resumir los principales actores que intervienen y sus funciones de la siguiente forma:

- ❖ **Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST):** Crea políticas de C&T, administra los presupuestos para I+D y legisla en el ámbito de Ciencia y Tecnología. A través de este ministerio se han firmado más de 119 acuerdos y memorandos de entendimiento con más de 43 países y 3 organizaciones internacionales. Estos acuerdos de cooperación internacional se materializa en forma de proyectos de investigación conjuntos, conferencias conjuntas, puesta en común de las principales instalaciones de investigación, visitas recíprocas de investigadores y científicos e intercambio de información (5).
- ✓ **El Departamento de Cooperación Internacional y Enseñanza de la Ciencia de MOST** es la principal ventana de contacto para los investigadores, los ministerios de relaciones exteriores y las oficinas de representación extranjeras. En el departamento hay numerosos funcionarios o agentes de contacto para la cooperación internacional, quienes se responsabilizan de la aplicación de los **acuerdos bilaterales** firmados con los países socios (6), como el que hay entre España y China, a través de convocatorias propuestas conjuntas con los organismos homólogos como Torch o directamente con MOST, como en el caso de la convocatoria conjunta sobre materiales avanzados de otoño de 2019.

MOST también es el organismo administrador de los **Programas Nacionales Clave en Investigación y Desarrollo** (*National Key R&D programmes NKPs*). Se trata de un conjunto de programas que apoyan las actividades en I+D en el área de bienestar social, como la agricultura, el medio ambiente o la salud. Mediante el Departamento de Cooperación Internacional del ministerio, **a nivel multilateral** y bajo los *NKPs*, y con la intención de fortalecer la cooperación en ciencia y tecnología entre China y la Unión Europea, se lanzó un **mecanismo de cofinanciación EU-China** *Co-Funding Mechanism* (CFM) a mediados de 2015. Se trata de una iniciativa conjunta lanzada por la Unión Europea y el Gobierno chino para apoyar proyectos conjuntos de investigación e innovación entre universidades, instituciones de investigación y empresas chinas y europeas en áreas estratégicas de interés común bajo el marco de **Horizonte 2020**. Para el futuro, está previsto que este mecanismo siga en funcionamiento en el próximo programa en la Unión Europea Horizonte Europa.

- ✓ **Torch, Centro para el Desarrollo de la Industria de alta Tecnología:** Es el **socio chino de CDTI**, con quien se lleva a cabo el programa bilateral sino-español Chineka. Se trata de una entidad pública que depende directamente del Ministerio de Ciencia y

Tecnología. Su principal función es fomentar el desarrollo de las empresas innovadoras y de alta tecnología. Aunque su actividad no es exactamente igual que la de CDTI, es la agencia china que más se asemeja a este. Sus misiones son llevar a cabo el Programa Torch, promover la transferencia de tecnología, mejorar el entorno de la innovación y fomentar el desarrollo de la industria de base tecnológica.

El Programa Torch está enfocado a la comercialización de los productos de la I+D, la industrialización de los productos tecnológicos y la internacionalización de la industria tecnológica. Las herramientas que se emplean para el desarrollo del Programa Torch son las Zonas de Alta Tecnología, las Incubadoras de Negocios Tecnológicos (TBIs) y los incentivos fiscales.

Para mejorar el entorno de la innovación de China, lleva a cabo el Programa de Parques Nacionales de Ciencia y Tecnología así como del programa Torch de Centros Industriales. Además, actúa como intermediario dando su apoyo a agencias de transferencia de tecnología, a empresas *start-ups* mediante capital riesgo y a centros de promoción de la competitividad.

- ✓ **Centro Nacional de Desarrollo de la Biotecnología (*China National Center for Biotechnology Development CNCBD*):** se trata de una organización creada en 1983 por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Es el principal de centro de gestión y coordinación de programas y proyectos relacionados con la biotecnología. También actúa como centro de investigación de políticas sobre biotecnología, gestión de proyectos, formación de personal y como centro de intercambio de información internacional sobre biotecnología (7).
- ❖ **Ministerio de Finanzas (MOF):** es el máximo responsable de la financiación de la I+D. De la gestión de los fondos y de los programas se encargan otros organismos.
- ❖ **Ministerio de Industria y de Tecnologías de la Información (MIIT):** Establece la planificación industrial de China, las políticas y las regulaciones. Se encarga también de promover el desarrollo de la maquinaria tecnológica y la innovación en el sector de la comunicación, además de cofinanciar la participación de China en Horizonte 2020 en temas de transporte aeronáutico.
- ❖ **Ministerio de Educación (MOE):** A parte de ser el encargado de la Educación y por lo tanto, de los recursos humanos de C&T, muchas de las investigaciones comienzan siendo financiadas por el Ministerio de Educación en sus etapas iniciales. El MOE sirve de base para la investigación en C&T.
- ❖ **Academia China de Ciencias (CAS):** es la pieza clave del Gobierno para explorar y utilizar la ciencia y la tecnología para el desarrollo del país. Está compuesta por 124 instituciones entre las que hay 104 institutos de investigación, 12 organizaciones de gestión que actúan como sedes y sucursales, 5 universidades y organizaciones de apoyo, y 3 entidades con diversas funciones de gestión. Los científicos de la Academia China de Ciencias desarrollan

investigaciones en la mayoría de las áreas de ciencia y tecnología básica, en tecnologías avanzadas estratégicas para el país, en campos relacionados con el bienestar de la población china y en el desarrollo de industrias emergentes. El 80% de las grandes instalaciones científicas del país pertenecen a CAS como el colisionador de partículas de Pekín o el sincrotrón de Shanghái. La Academia también posee la Red China de Investigación del Ecosistema (CERN) que desarrolla investigaciones en ecología y medioambiente. Entre los 67.900 empleados de CAS 56.000 son personal investigador. Bajo la iniciativa *CAS Innovation 2020* se pretende fomentar la innovación y convertir los avances científicos en tecnologías que impulsen el crecimiento económico de una manera sostenible. CAS también es uno de los agentes gestores de los Programas Nacionales Clave en Investigación y Desarrollo (National Key R&D programmes NKPs) (8).

- ❖ **Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China (NSFC):** ha sido integrada dentro del MOST. Financia proyectos de investigación básica basándose en su excelencia científica y de igual forma, financia la participación nacional en las **convocatorias ERA-NETS**.
- ❖ **Comisión Nacional de Reforma y Desarrollo (NDRC):** tiene estatus de Ministerio. Diseña las estrategias de desarrollo económico y social; los planes anuales y los planes de desarrollo a medio y largo plazo.
- ❖ **Centro para el intercambio en Ciencia y Tecnología (CSTEC):** tras la última reforma del sistema chino de ciencia y tecnología, CSTEC es el organismo encargado de las relaciones internacionales en C&T y es el Punto Nacional de Contacto (NCP) para Horizonte 2020. Este organismo gestiona los programas de los principales proyectos de cooperación internacional en ciencia y tecnología, y ya ha establecido vínculos de cooperación con más de 130 organizaciones y empresas en más de 30 países.

### Políticas de Ciencia y Tecnología en China

Desde los años 80 China se encuentra en un periodo de múltiples reformas económicas y sociales. En los últimos años, estos cambios están enfocados a reformar la economía del país, basándola en el conocimiento y orientándola al mercado. Para ello ha sido necesario mejorar la administración del sistema de I+D e integrar la ciencia y la tecnología en la economía china. Desde entonces, se han desarrollado varias políticas que están permitiendo a China reducir su dependencia de la tecnología exterior y crear su propio entorno de innovación.

Desde la “Resolución del Comité Central del Partido Comunista de China sobre la Reforma del sistema de Ciencia y Tecnología” a finales de los 80, se vienen fomentando los vínculos entre las universidades, los institutos de investigación y las empresas. Se ha prestado especial interés a la alta tecnología, creándose zonas especiales para el desarrollo de empresas *high-tech*, bajo el Programa Torch. Más adelante, durante los años 90, se desarrolló la “Ley de la República Popular de China para el progreso de la Ciencia y la Tecnología” que dotaba a las universidades y los institutos de investigación de más autonomía para realizar sus investigaciones. Se siguió fortaleciendo el vínculo entre universidades, institutos de investigación e industria. Además, se animó a los centros generadores de conocimiento a formar sus propias empresas. Por otro lado, a finales de los 90, comenzaron a transformarse centros de investigación de los campos

de la metalurgia, la maquinaria, la minería de carbón, la industria química, el petróleo, la energía eléctrica, la industria ligera y los textiles en empresas de alta tecnología o de servicios técnicos. Esta fue una de las estrategias para orientar hacia los beneficios la actividad de los institutos (9).

Actualmente, las principales políticas de ciencia, tecnología e innovación están recogidas en el Plan de desarrollo de Ciencia y Tecnología a medio y largo plazo (2006-2020) y el plan quinquenal, en vigor el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020). Estos planes presentan la innovación en ciencia y tecnología como una herramienta para abordar los desafíos sociales de China. Para conseguir un entorno de innovación propio, China está actuando en diferentes campos como en el fortalecimiento de los vínculos entre las universidades y las empresas, la atracción de talento extranjero, la mejora de las herramientas de protección intelectual y el fortalecimiento de la cooperación internacional.

En el Plan a Medio y Largo plazo para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología se definen las siguientes cinco áreas estratégicas de actuación dentro de los programas de I+D:

1. Recursos naturales y protección medio ambiental
2. Tecnologías de la información, nuevos materiales y procesos de fabricación
3. Agricultura, población y salud
4. Espacio y tecnología oceánica
5. Ciencia básica y tecnologías frontera

El 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020) tiene un claro enfoque hacia el desarrollo de la industria en la innovación y la investigación y desarrollo estableciendo los siguientes sectores prioritarios para China.

1. Desarrollo basado en la innovación
2. Industria moderna
3. Internet: 5G, internet de las cosas e internet plus
4. Energías limpias
5. Urbanización: aumentar la población urbana y desarrollo de súper urbes
6. Medio ambiente: consumo energético, protección medioambiental, control de las emisiones de carbono

Adicionalmente, dentro del 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal se encuentra el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal en Ciencia, Tecnología e Innovación que especifica otros 22 planes de desarrollo. Por primera vez se incluye la palabra innovación en el nombre oficial del plan en Ciencia y Tecnología, y a diferencia del anterior plan, el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal en Ciencia, Tecnología e Innovación fue publicado directamente por el Consejo de Estado en lugar del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Este cambio refleja el nuevo rango del Plan Quinquenal en Ciencia, Tecnología e Innovación y la importancia que tiene para el desarrollo estratégico nacional (10).



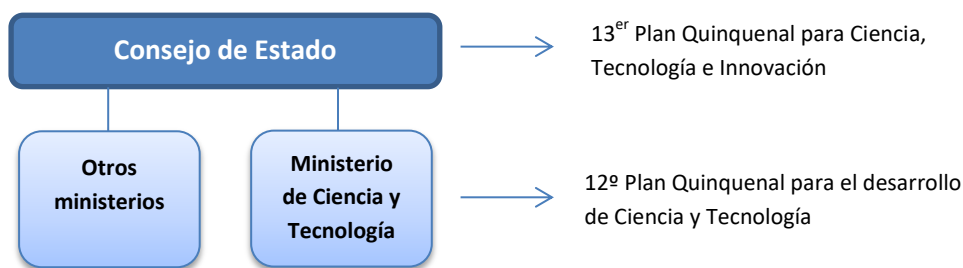


Figura 3. 2 Cambio de la institución en la publicación del 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal en Ciencia, Tecnología e Innovación. Fuente: Unión Europea. *China Innovación Funding*

Mediante este plan el Consejo de Estado destaca la necesidad de una estrategia enfocada a un desarrollo basado en la innovación. Para hacer posible la implementación del plan se van a desarrollar modificaciones de las regulaciones vigentes, ampliar mecanismos de inversión y mejorar la protección de la protección intelectual y la estandarización.

Los objetivos generales del plan son fomentar ciertos sectores estratégicos y fomentar la innovación local así como invertir más en ciencia básica. La cooperación internacional y la apertura aparecen también como uno de los puntos clave para lograr los objetivos del país en ciencia y tecnología.

A continuación se muestra una tabla con los principales indicadores de ciencia y tecnología comparando los objetivos del plan quinquenal 12<sup>º</sup> y 13<sup>er</sup>.

Indicadores	13er Plan Quinquenal		12º Plan Quinquenal		+/-
	2015	2020	2010	2015	
Raking global de la capacidad innovadora del país	18º	15º	21º	18º	+3
Ratio de contribución al progreso de la Ciencia y la Tecnología	55,30%	60%	N/A	55%	+4,7%
Gasto en I+D (% PIB)	2,10%	2,50%	1,75%	2,20%	+0,4%
Personal en I+D (por 10.000)	48,5	60	33	43	+11,5
Ingresos generados por empresas de alta tecnología (billones de CNY)	22,2	34			+11,8
Valor añadido del sector de los servicios intensivos en conocimientos (% PIB)	15,60%	20%			+4,4%
Gasto de empresas en I+D (% ingresos)	0,90%	1,10%			+0,2%
Raking de citas y publicaciones en I+D	N/A	2º	8º	5º	
Número de patentes (por 10.000 personas)	6,3	12	1,7	3,3	+5,7
Solicitud de patentes PCT	30.500	61.000			+100%
Porcentaje de conocimientos científicos básicos en la población	6,20%	10%	3,27%	3,80%	+3,8%

Figura 3. 3 Tabla comparativa de los objetivos de los 12º y 13<sup>er</sup> planes quinquenales de China. Fuente: Unión Europea. *China Innovación Funding*

Además del Plan a Medio y Largo plazo para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología y del 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, en 2015 el Ministerio de Industria y Tecnología de la Información, con la ayuda de aproximadamente 150 expertos de la Academia China de Ingeniería, diseñó un plan para impulsar la calidad de la industria china, el plan *Made in China 2025*. El objetivo de este plan es mejorar la calidad de la industria china haciéndola más eficiente. Además, el gobierno chino tiene como objetivo posicionar su industria con una reconocida imagen de alta calidad en el entorno internacional. China necesita afrontar los retos derivados de la aparición de países con menores costes de producción, así como cooperar y competir con otros países muy desarrollados tecnológicamente. La diferencia con el plan de promoción de industrias estratégicas es que *Made in China 2025* no se centra exclusivamente en la innovación para impulsar la industria. Aunque es necesario que las autoridades chinas definan un marco legislativo y fiscal para llevar a cabo este plan, *Made in China 2025* resalta la importancia de confiar en el mercado, en la protección de la propiedad intelectual y en ayudar a las compañías chinas a incluir estándares internacionales en sus productos y servicios. Este plan pretende adaptarse mejor a la realidad de la industria china y a sus necesidades, mejorando su posición en los mercados internacionales. El plan está dirigido a toda la industria china pero destaca diez campos de especial interés:

- Tecnologías avanzadas de la información
- Automatización de máquina herramienta y robótica
- Industria aeroespacial
- Equipamiento marítimo y transporte de alta tecnología
- Equipamiento para el transporte ferroviario
- Vehículos alimentados con nuevas energías y equipamiento
- Equipamiento para aplicaciones energéticas
- Equipamiento para agricultura
- Nuevos materiales
- Biofarmacia y productos médicos avanzados

Con este plan se pretende abrir el mercado de la industria, atraer inversión extranjera a sectores como el de las tecnologías de la información y la biomedicina; y fomentar la instalación de centros de investigación extranjeros.

### **Programas de Ciencia y Tecnología**

El gobierno chino llevó a cabo una reforma del sistema nacional de I+D en 2017. Se estableció un nuevo modelo con el objetivo de reducir las ineficiencias y duplicidades del sistema anterior. Se creó una nueva estructura de gestión que contaba con un consejo interministerial (*Inter-ministerial Joint Council*) para coordinar las prioridades interinstitucionales, presupuestarias y evitar solapamientos entre los ministerios y dentro de ellos. Este Consejo Interministerial está formado por 31 cuerpos gubernamentales y liderados por el MOST, el MOF y el NDRC.

Entre sus funciones se encuentra la de establecer la estrategia de desarrollo de los fondos de I+D del gobierno central y dar forma a nuevos sistemas y regulaciones para gestionar programas de financiación específicos. A su vez, se crearon 3 organismos dependientes de este Consejo Interministerial:

- **El Comité de Asesoramiento Estratégico y de Revisión:** sus miembros son aprobados por el Consejo Interministerial. Entre sus funciones se encuentran las de asesoramiento técnico y ayuda en la toma de decisiones del Consejo Interministerial.
- **Agencias Profesionales para la gestión de los proyectos:** deben ser aprobadas por el Consejo Interministerial. Se dedican a la gestión diaria de los proyectos de I+D, mediante la recogida de propuestas, evaluación de las mismas y asignación de los fondos.
- **Mecanismos de Evaluación e Inspección:** el MOST y el MOF son los encargados de supervisar los resultados y el cumplimiento de los objetivos previstos por los programas nacionales de I+D.

Por otra parte, la reforma del sistema nacional de I+D en 2017 integró los programas anteriores, que superaban el centenar, agrupándolos en 5 categorías:

### 1. Fundación de ciencias naturales (*National Natural Science Fundation*)

Se centra en la investigación básica y aplicada en ciencias naturales, particularmente en física y matemáticas, química, ciencias de la tierra, ingeniería y materiales, ciencias de la información y ciencias de la administración. Los fondos son administrados por el NSFC y el presupuesto total alcanzó los 25,2 billones de CNY, alrededor de 3,2 billones de Euros en 2017. Este fondo está dividido en 14 programas agrupados en tres categorías: promoción de la investigación, fomento del talento y entorno de investigación. Dentro de esta categoría se encuentra la *international joint research*, un programa que está dirigido especialmente a promover la investigación internacional de forma conjunta (*International (Regional) Cooperation and Exchange Programme*). Este programa fomenta el intercambio entre científicos chinos e instituciones y homólogos de reconocido prestigio a nivel internacional.

### 2. Grandes proyectos nacionales de ciencia y tecnología (*National S&T Major Projects "Mega Projects"*)

Este programa recoge 16 programas que reúnen los proyectos más ambiciosos del país en I+D. Los actuales programas serán reemplazados por otros nuevos en 2020 que se denominará *2030 Innovation Mega Projects*. Estos proyectos siguen un enfoque deductivo y distinguen entre aplicaciones civiles y militares.

### 3. Planes nacionales clave de I+D (*National Key R&D Programmes "NKPs"*)

Supone una nueva categoría en el sistema de I+D e incorpora algunos programas anteriores como "*863 Programme*" para actividades de I+D y "*Program 973*" para actividades de investigación básica. Su misión consiste en apoyar actividades de I+D en áreas que fomenten el bienestar y desarrollo social. Se trata de campos como agricultura, energía, medioambiente o salud. El desarrollo de estos proyectos se fundamenta en el trabajo conjunto de industria, universidades y organismos de investigación. De esta forma, se pretende conseguir que la investigación básica tenga una aplicación industrial que permita su comercialización. Estos planes nacionales son los fondos más activos del nuevo sistema.

#### 4. Fondo para innovación tecnológica (*Technology Innovation Guidance Fund*)

Se trata de una serie de fondos que se invierten en áreas estratégicas y prioritarias del conocimiento. Normalmente se lleva a cabo a través de fondos de capital riesgo, compras de capital y compensaciones de riesgos. El objetivo es estimular la transferencia y la comercialización de actividades tecnológicas de empresas innovadoras con pocos recursos o de reciente creación.

#### 5. Fondo para ciencia básica y talentos especiales (*Bases and Talents Programme*)

Promueve el establecimiento de grupos científicos y la atracción de talento a través del apoyo a sus actividades investigadoras. El apoyo se ofrece en forma de ayudas económicas, deducciones fiscales en la importación de equipamiento de I+D o dando prioridad a la hora de acceder a proyectos de I+D. Este programa nace de la unión de varios programas preexistentes del MOST, como el *State Key Laboratories*, el *National Engineering Technology Centres* o el *Innovation Talents Promotion Programme*, y otros programas del NDRC, como el *National Engineering Centres/Labs*, el *National Enterprise Technology Centres*, etc.

### Industria de empresas de alta tecnología en China

La industria de empresas de alta tecnología en China se compone de industrias del sector de la salud como la industria farmacéutica (incluyéndose biofarmacia), tecnologías médicas, industria TIC, aeronáutica e informática.

A pesar de que la aportación de la biotecnología no se incluya en algunos los campos mencionados arriba, se considera relevante presentar primero una visión general de la industria de empresas de alta tecnología con el objetivo de realizar un análisis de su evolución y conocer el estado de otras industrias de un nivel tecnológico similar. Para realizar el análisis se ha recogido datos de empresas chinas de tamaño grande y mediano consideradas empresas de alta tecnología.

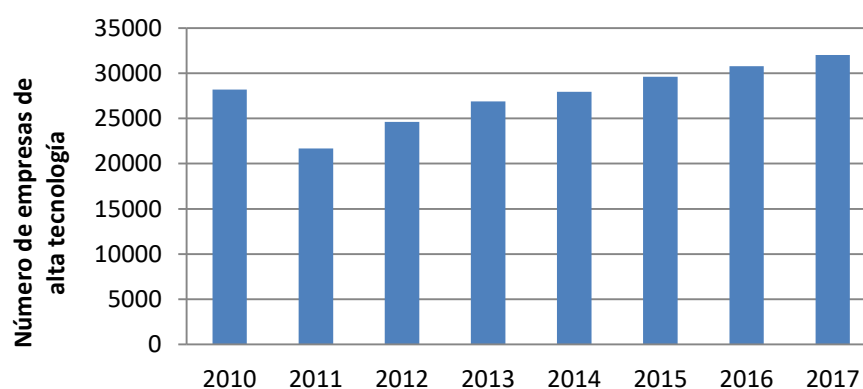


Figura 3. 4 Número de empresas de alta tecnología. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

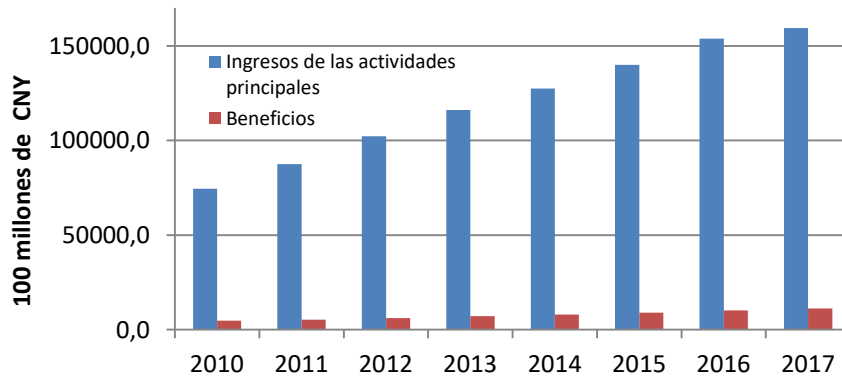


Figura 3. 5 Ingresos y beneficios de la industria de alta tecnología en China. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

Como se puede observar en la figura 3.1 y figura 3.2, la industria china de alta tecnología mantiene un constante crecimiento, tanto en número de empresas como en la cifra de ingresos y beneficios durante los últimos años. Sólo como excepción en 2011, el número de empresas de alta tecnología disminuyó debido al cambio del reglamento de los requerimientos para ser considerada una empresa de alta tecnología: para que una empresa fuera reconocida de alta tecnología y pudiese disfrutar de las ventajas fiscales entre otras, debía invertir, como mínimo, 5 millones de CNY en vez de los 500.000 CNY antes de 2011.

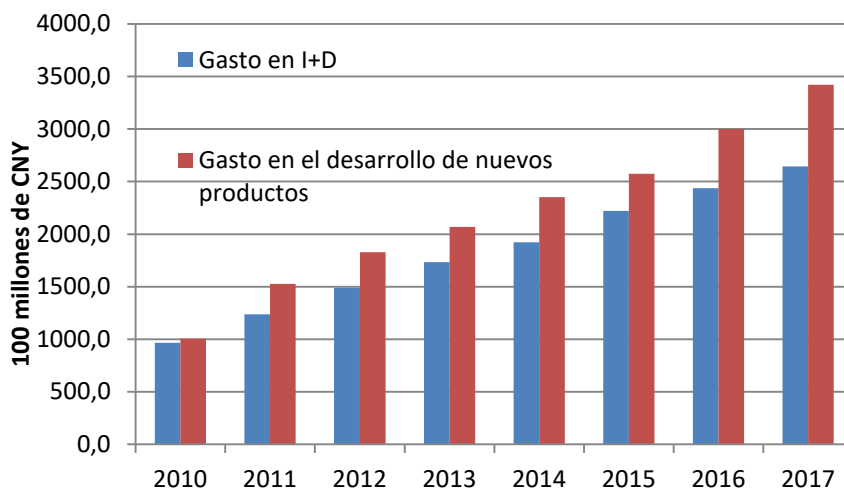


Figura 3. 6 Gasto en actividades de I+D y en el desarrollo de nuevos productos de las empresas en la industria de alta tecnología. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

Otra forma de medir y analizar el sector de la industria de alta tecnología es mediante el gasto en I+D. El gobierno chino incentiva las actividades de I+D a través de sus políticas de ciencia y tecnología mediante diversas ventajas como la reducción fiscal, el desarrollo de infraestructuras de fácil accesibilidad o la atracción de talento. Cabe destacar las actuales regulaciones que incluyen una serie de deducciones fiscales para las actividades de desarrollo de nuevas tecnologías, nuevos productos o nuevas técnicas de producción mediante condiciones de exención de impuestos de los gastos sujetos a personal, gastos directos, depreciación y amortización, suministros, diseño, instalación de equipos, activos intangibles y

gastos contractuales. Como resultado, se puede observar un incremento constante del gasto tanto en I+D como en el desarrollo de nuevos productos. Las últimas cifras oficiales del gasto en I+D y en el desarrollo de nuevos productos son respectivamente 264.470 millones de CNY (aproximadamente 34.381 millones de EUR) y 342.130 millones de CNY (aproximadamente 44.477 millones de EUR) durante el año 2017.

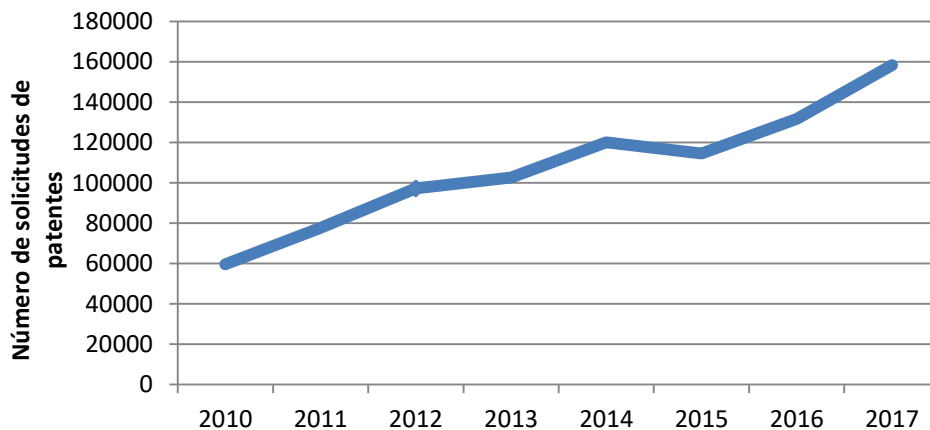


Figura 3. 7 Número de solicitudes de patentes de la industria de alta tecnología. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

El nivel de innovación en una industria también se puede medir a través de la protección de la propiedad intelectual en forma de patentes. Las solicitudes de patentes sigue la misma tendencia creciente que las variables anteriores, el gobierno chino ha llevado a cabo diversos programas y normativas para una eficiente gestión de la propiedad intelectual. En 2016, la Administración Nacional de Propiedad Intelectual de China (CNIPA, antes conocida como la Oficina de Propiedad Intelectual del Estado) procesó el 42,8% de todas las solicitudes de patentes del mundo.

A pesar de que se puede observar un gran crecimiento de las solicitudes de patentes, pasando de 59.683 de solicitudes de patentes en 2010 a 158.354 de solicitudes en 2017, este crecimiento muchas veces no se corresponde con avances en innovación, ya que las autoridades chinas a través de su Estrategia Nacional de Desarrollo de Patentes de la CNIPA, con el objetivo de aumentar la cantidad de patentes, concede patentes a desarrollos con pequeños ajustes de diseño y cambios incrementales en vez de invenciones completamente nuevas.

### Incentivos fiscales a las actividades en I+D

Con el objetivo de impulsar e incentivar las actividades de I+D, las actuales regulaciones chinas incluyen una serie de ventajas fiscales para las empresas activas en I+D e innovación. TORCH es el centro responsable de certificar a las empresas de alta tecnología y de implementar las políticas de deducción fiscal de las mismas, así como de las empresas de servicios de alta tecnología, de las transferencias tecnológicas y de las incubadoras de negocios tecnológicos.

Para obtener el certificado de empresa de alta tecnología y poder disfrutar de ventajas fiscales, las empresas deben cumplir unos mínimos de gastos en I+D y generar suficientes beneficios de los productos de alta tecnología:

- La empresa tecnológica debe estar registrado en China al menos un año antes de la solicitud de la certificación como empresa de alta tecnología.
- Poseer una propia propiedad intelectual de los principales productos o servicios tecnológicos de la empresa. La empresa debe una actividad de I+D propia e independiente.
- El *core bussiness* tecnológico de la empresa debe encajar con las áreas prioritarias y estratégicas del gobierno chino.
- Al menos el 10% de los empleados de la empresa debe desarrollar actividades de I+D
- Los gastos en I+D debe representar al menos: el 5% de los ingresos para empresas con un volumen de negocio superior a 50 millones de CNY, 4% de los ingresos para empresas con un volumen de negocio entre 50-200 millones de CNY y de 3% para empresas con ingresos superiores a 200 millones de CNY.
- Los ingresos generados por actividades de I+D debe ser superior al 6% del total de ingresos.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta que existen ciertas restricciones relativas a las patentes. Para que una empresa de alta o nueva tecnología disfrute de este incentivo fiscal, más del 60% de los gastos han de realizarse en China (incluidos los gastos de subcontratación) y la patente ha de ser China (11).

Las actividades sujetas a los incentivos fiscales son el desarrollo de nuevas tecnologías, nuevos productos o nuevas técnicas de producción. También existen unos gastos elegibles sujetos a las condiciones para la exención incluyen: gastos de personal, gastos directos, depreciación y amortización, suministros, diseño, instalación de equipos, activos intangibles y gastos contractuales. Actualmente, existen los siguientes incentivos (con diferentes criterios de elegibilidad) por actividades de I+D:

- **Reducción del tipo del impuesto de sociedades del 15% para las empresas de alta y nuevas tecnologías** en los sectores como tecnologías electrónicas de la información, tecnologías biológicas y nueva medicina, aviación y tecnología espacial, nuevos materiales, nuevas energías y conservación de la energía, industria de servicios de alta tecnología, recursos naturales y medioambiente, y transformación de industrias tradicionales mediante nuevas tecnologías.
- **Deducción del 150% de los gastos elegibles:** para empresas residentes en China dedicadas a desarrollar nuevos productos, nuevos procesos o técnicas. Las empresas deben cumplir con los gastos de I+D establecidos y pueden deducir un 150% de los gastos incurridos durante el año. Para aprobar la subvención de la deducción se valora que la patente sea China, aunque no es obligatorio.
- **Beneficios fiscales para empresas de servicios de tecnologías avanzadas:** las empresas elegibles deben ser residentes en China y estar registradas y operar en

alguna de las siguientes ciudades: Pekín, Tianjin, Shanghai, Chongqing, Dalian, Shenzhen, Guangzhou, Wuhan, Harbin, Chengdu, Nankín, Xi'an, Jinan, Hangzhou, Hefei, Nanchang, Changsha, Daqing, Suzhou, Wuxi o Xiamen. Las empresas deben desarrollar su actividad en el sector de las tecnologías de la comunicación y los procesos aplicados a la externalización de las actividades empresariales. El principal beneficio es la reducción del impuesto de sociedades (15-25%).

- **Impuestos de aduanas y exención/reembolso de IVA para la adquisición de equipamiento de I+D:** para institutos de I+D locales y con inversión extranjera que dispongan de un equipamiento específico.
- **Beneficios fiscales en transferencia tecnológica:** aplicable a los ingresos derivados de la transferencia de tecnología, desarrollo de tecnología y consultoría.



## 4. Situación actual del sector de la biotecnología en China

La industria de la biotecnología en China ha tenido un gran crecimiento en la última década gracias al fuerte apoyo gubernamental mediante políticas de ciencia, tecnología e innovación, y un incremento del gasto en I+D durante los últimos años.

En el sector predomina la biotecnología de la salud, principalmente los productos farmacéuticos y las tecnologías médicas. Como el resto de los países, este segmento crece de manera rápida debido al aumento la demanda y al alto valor de los productos farmacéuticos.

Durante el periodo del 11º Plan Quinquenal (2006-2010), el valor de la producción de la industria de productos biológicos mantuvo una tasa media de crecimiento anual del 23%, lo que convirtió a China en el tercer mercado del mundo en 2010. Con la implementación del 12º Plan Quinquenal (2011-2015), el valor de la producción mantuvo una tasa media de crecimiento anual por encima del 15%.

Actualmente, las principales políticas de ciencia, tecnología e innovación en vigor están recogidas en el 13º Plan Quinquenal (2016-2020). A través de este plan, el Gobierno chino expresa el objetivo de acelerar la transformación de China hacia una potencia biotecnológica, fomentando el desarrollo eficiente del sector de la biotecnología mediante el incentivo de actividades relacionadas con (12):

- **Biotecnología de vanguardia:** desarrollo de tecnologías de vanguardia en las ciencias de la vida mediante las nuevas tecnologías genómicas, la biotecnología sintética, los grandes bio-datos, la bio-impresión en 3D, la ciencia cognitiva y la inteligencia artificial, la tecnología de modificación de genes y la biología estructural.
- **Nuevas tecnologías biomédicas:** investigaciones en tecnologías de vacunas, el desarrollo de anticuerpos, la inmunoterapia, la terapia génica, las células madre y la medicina regenerativa, análisis y regulación de los microbios humanos.
- **Materiales biomédicos:** desarrollo de la bio-impresión en 3D, los métodos de evaluación de los materiales biológicos de nueva generación, materiales biomédicos inducibles por los tejidos, los productos de ingeniería tisular, los implantes de dispositivos médicos de nueva generación y los órganos artificiales.
- **Tecnologías verdes de bio-fabricación:** desarrollo de nueva bioenergía, la biotransformación de residuos orgánicos y dióxido de carbono, y la sustitución por bio-procedimientos en industrias altamente contaminantes. Mejora de la eficiencia biotecnológica y los costes de bio-fabricación, exploración de nuevas materias primas industriales y nuevas técnicas de fabricación ecológicas con el objetivo de crear una nueva manera de desarrollar una economía industrial y energética sostenible liderada por la biotecnología.

- **Aprovechamiento de los recursos biológicos:** integración sistemática y el estudio de la utilización de los recursos genéticos humanos, establecimiento de la base estratégica nacional de recursos biológicos
- **Tecnologías de bioseguridad:** investigaciones sobre tecnologías en la evaluación del riesgo de las amenazas biológicas, la vigilancia y la alerta temprana, el examen y la localización, la prevención y el control, y el tratamiento de emergencia. Se establece el objetivo de crear un sistema nacional de defensa de la bioseguridad altamente integrado.

Las autoridades chinas también han establecido políticas de aprobación de medicamentos para incentivar que los desarrolladores de productos farmacéuticos lo hagan en el país asiático a través de una serie de ventajas. Por ejemplo, los medicamentos fabricados en China y los medicamentos que aún no han sido aprobados fuera de China tienen una revisión por una vía más rápida que el resto y la protección de la exclusividad de los productos biológicos terapéuticos es mayor cuando el solicitante del medicamento ha realizado el primer ensayo clínico en China o mediante un ensayo clínico internacional multicéntrico en el país asiático.

El sector de la biotecnología en China también fue impulsado por un ambicioso plan de reforma del sistema de salud lanzada por el Gobierno Central en 2009, cuyo principal objetivo era proveer una cobertura universal de atención médico a todos los ciudadanos chinos en 2020.

### Reforma del Sistema de Salud

La Comisión Nacional China de Salud y Planificación Familiar desarrolló la Reforma del Sistema de Salud en base a los principales problemas que presentaba. Algunos de los desafíos a los que se enfrenta el Gobierno chino son una cobertura universal de salud, excesiva dependencia de los ingresos de la venta de fármacos, médicos con salarios demasiado bajos, financiación insuficiente de los gobiernos locales y un bajo interés por los hospitales privados.

La reforma del sistema de salud tenía previsto implementarse en tres fases secuenciales acorde a la guía publicada en 2009, cuando el Gobierno Central chino elaboró los primeros documentos en relación a la reforma:

- La primera fase estuvo comprendida entre 2009-2012 y tuvo como objetivo impulsar en todos los niveles del gobierno el enfoque al desarrollo del sistema de salud y sentar las bases de los objetivos de 2020. Como resultado, se invirtieron cerca de 125.000 millones de dólares en el industria de la salud durante este periodo comprendido entre 2009 y 2012, cuyo objetivos prioritarios eran las cinco siguientes áreas: cobertura universal del seguro médico básico, establecimiento de un sistema de fármacos esenciales, mejora de la infraestructura de atención primaria, reformas piloto de hospitales públicos y prestación publica de servicios médicos.
- La segunda fase comenzó en 2012, cuando el gobierno central emitió el 12º Plan Quinquenal para la reformar del sector de la salud, y terminó en 2015. Aparte de

continuar invirtiendo en los objetivos prioritarios de la primera fase, en esta segunda fase el gobierno se centró más en la reforma de los hospitales públicos. Estas reformas se llevaron a cabo distrito por distrito. El gobierno central tenía la intención de reformar los hospitales públicos ineficientes. A finales de 2015, casi todos los hospitales públicos de los distritos se encontraban bajo reforma.

- La tercera fase de la reforma coincide con el inicio del 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020). En esta fase el gobierno central reafirma su compromiso de lograr la cobertura universal de atención sanitaria para 2020, con un acceso asequible y equitativo a los servicios básicos de atención de la salud para el pueblo chino. Para cumplir este objetivo el gobierno chino identifica cinco objetivos prioritarios en esta fase: sistema de diagnóstico y tratamiento de múltiples niveles, un sistema hospitalario público eficiente, un sistema integrado de seguros de la salud, un sistema estandarizado de suministro de medicamentos y un sistema de regulación diversificado. Cabe destacar, que en esta fase el gobierno incentiva a las farmacéuticas a aumentar su gasto en investigación y desarrollo para promover la producción de medicamentos. El plan también fomenta la competencia al eliminar las barreras para impulsar ajustes estructurales y la modernización de la industria médica.

Además, tres meses antes de anunciar el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, el gobierno chino aprueba un plan de acción denominado “*Healthy China 2030*”, ampliando las áreas de mejora de los planes anteriores.

### ***Healthy China 2030***

A través de los avances tecnológicos y las mejoras en el sistema de seguro de la salud, China espera que la equidad en salud pueda ser alcanzada para el año 2030 mediante “*Healthy China 2030*”. Ya se han dado grandes pasos en este sentido, como se ha nombrado anteriormente en la Reforma del sistema de salud 2009-2020.

El proyecto “*Healthy China 2030*” es una señal de que China considera la industria de salud como una de las principales áreas estratégicas de las políticas del país. Las áreas cubiertas, como los servicios médicos, los seguros médicos, la salud ambiental, la seguridad de los alimentos y los medicamentos indican que no sólo se centrará en el diagnóstico y el tratamiento médico, sino que también se prestará más atención a los determinantes generales de la salud. Las autoridades chinas entienden que no es sostenible centrar un sistema de salud que dependa de los hospitales, por lo que en este plan el gobierno central considera la promoción de estilos de vida saludables y el desarrollo de ciudades saludables como componente clave para garantizar una mayor atención en la prevención en lugar del tratamiento en el futuro (13).

Los planes mencionados anteriormente hacen que la biotecnología roja o de la salud sea el sector más relevante de la industria de la biotecnología, ya que aparte de encontrarse relacionado directamente con la industria médica, también es un impulsor de otras ramas de la biotecnología como la industrial.

A continuación, se presenta una serie de graficas de la industria de empresas de alta tecnología en China con el objetivo de ofrecer una visión global sobre el contexto en el que se desarrolla la industria biotecnológica en su conjunto.

### Sectores relacionados con la industria de la biotecnología

La aplicación de la biotecnología está presente en una gran diversidad de sectores, desde el procesado de productos agroalimentarios hasta la fabricación de medicamentos. Con el objetivo de presentar una visión general de la tendencia tecnológica e innovadora de los sectores relacionados con la biotecnología en China, se va a realizar en este apartado una selección más amplia, no solo limitada a empresas consideradas de alta tecnología, sino de sectores altamente vinculados con la biotecnología. Se va a analizar las variables de gasto en I+D y del personal dedicado a actividades de I+D de los siguientes sectores de China:

- **Procesado de productos agroalimentarios:** la aplicación de la biotecnología en este sector se usa principalmente para la mejora genética de animales y plantas, crecimiento de plantas y resistencia a plagas y enfermedades.

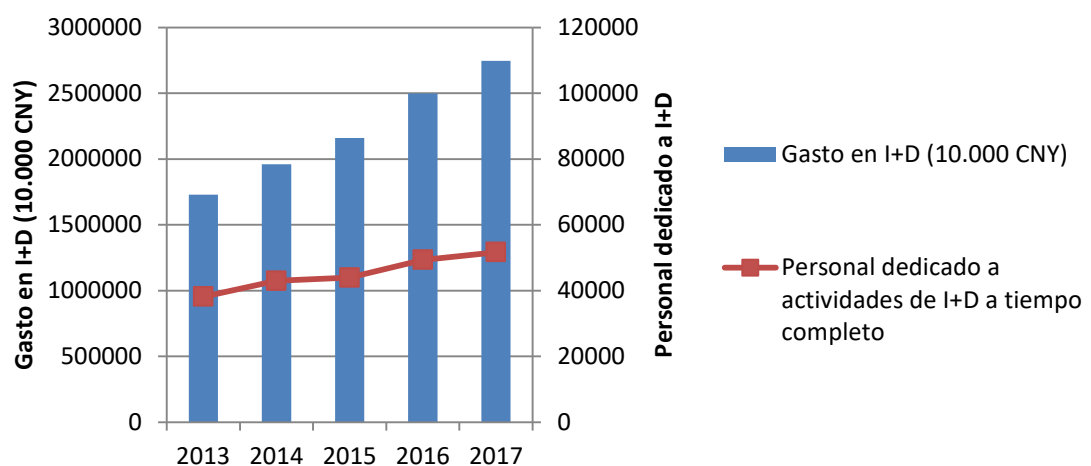


Figura 3. 8 Gastos en I+D y personal dedicado a actividades de I+D en el sector de procesamiento de productos agroalimentarios en China. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

- **Producción de alimentos:** la biotecnología se aplica en la alimentación como una herramienta para aumentar la seguridad alimentaria. Mediante métodos inmunoquímicos y genéticos se controla la seguridad alimentaria en cada una de las etapas de la cadena de producción de alimentos. De esta manera, las materias primas fácilmente perecederas e incomedibles se transforman en alimentos y bebidas potables y se aumenta su vida útil.

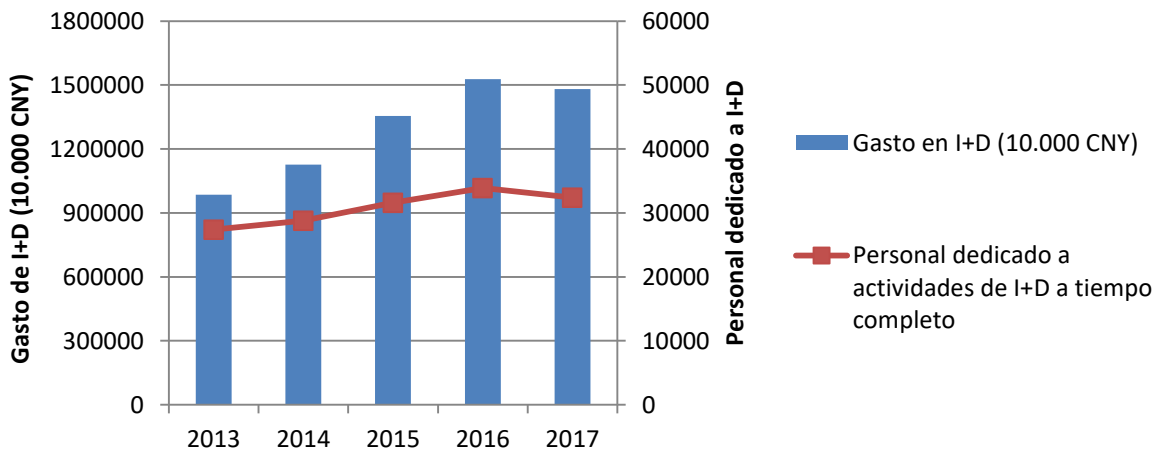


Figura 3. 9 Gasto en I+D y personal dedicado a actividades de I+D en el sector de producción de alimentos en China. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

- **Producción de materias primas y productos químicos:** los avances en la biotecnología pueden ayudar a producir materiales sintetizados aptos para diversas aplicaciones que pueden sustituir y mejorar las características materiales como plásticos y otros materiales derivados del petróleo o fibras textiles. En referencia a la aplicación de la biotecnología a los productos químicos, se pueden encontrar diversas aplicaciones desde el desarrollo en biocombustibles hasta nuevos ingredientes para la cosmética.

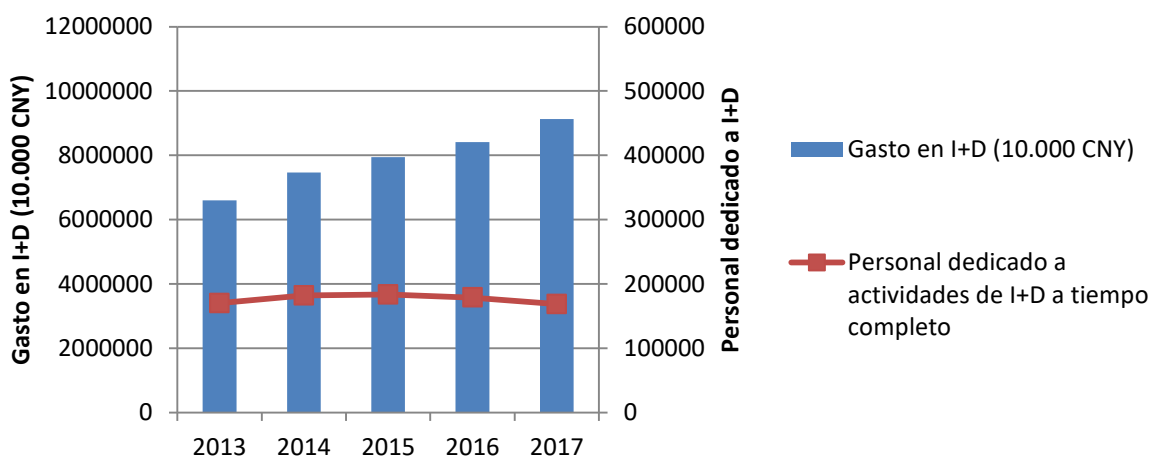


Figura 3. 10 Gasto en I+D y personal dedicado a actividades de I+D en el sector de producción de materias primas y productos químicos en China. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

- **Producción de medicamentos:** con las técnicas de la biotecnología, los medicamentos se desarrollan utilizando microorganismos sin uso de productos químicos o materiales sintéticos. Los medicamentos obtenidos mediante la biotecnología se están usando terapia de genes para diagnosticar y curar enfermedades a través de antibióticos, vitaminas,...

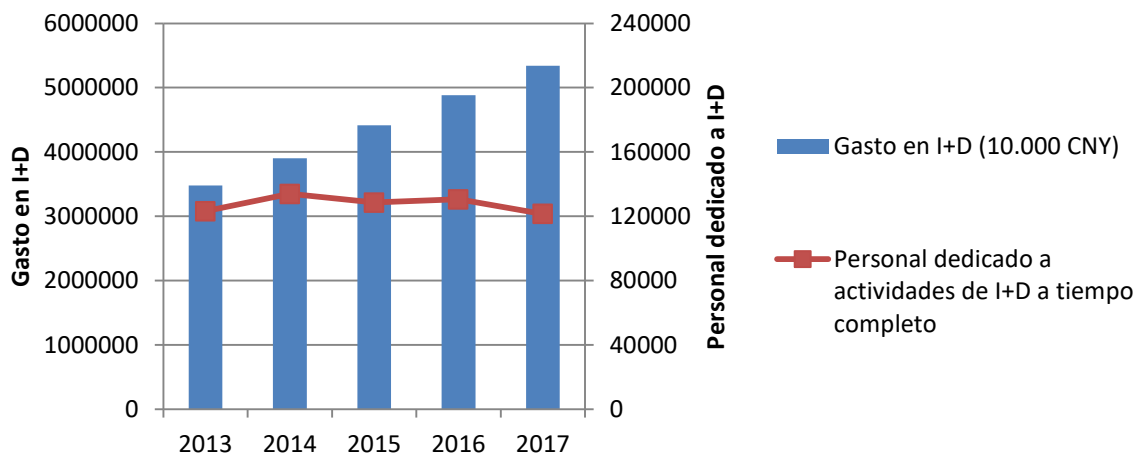


Figura 3. 11 Gasto en I+D y personal dedicado a actividades de I+D en el sector de producción de medicamentos en China. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*.

Según los datos disponibles del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*, el gasto en I+D en los sectores mencionados anteriormente tiene una tendencia creciente en los últimos años. Este hecho coincide con el fuerte apoyo del gobierno central para modernizar tecnológicamente la industria china en sus últimos planes quinquenales.

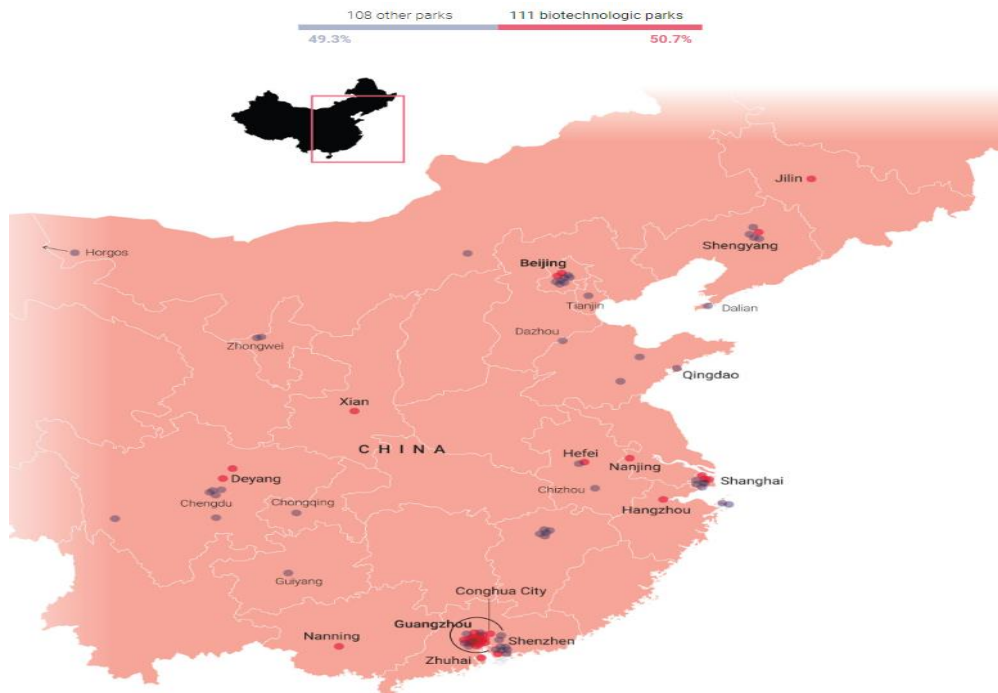
Como se puede observar en las figuras 3.5, figura 3.6, figura 3.7 y figura 3.8, el sector que mayor peso tiene en materia de inversión en I+D es el de la producción de materias primas y productos químicos, con un gasto en I+D de más de 91 mil millones de CNY (cerca de 12 mil millones de EUR) en 2017. Por otro lado, la producción de medicamentos y el procesado de productos agroalimentarios han sido los sectores con mayor crecimiento en el gasto de I+D durante los últimos 5 años. Este crecimiento del gasto en I+D en los sectores analizados son coherentes con las políticas del gobierno chino, que han incentivado el avance en la biotecnología en China mediante la Reforma del sistema de salud, el proyecto *Healthy China 2030* y el plan *Made in China 2025* con el objetivo de construir infraestructuras de atención médica primaria eficiente y de calidad para todos los ciudadanos chinos, desarrollar una industria agroalimentaria sana, sostenible y segura, y la priorización de diversos sectores como los nuevos materiales, la biofarmacia y los productos médicos avanzados.

## 5. Distribución geográfica de la industria biotecnológica

Debido a la gran dimensión geográfica de China y la heterogeneidad entre sus diferentes provincias y ciudades, es necesario seleccionar las zonas de mayor interés tecnológico. La distribución industrial de China se caracteriza por un lado, por la concentración de actividades empresariales e industriales en la costa este del país y por otro, por la agrupación de sectores en ciertas zonas.

Una de las principales estrategias utilizadas por las autoridades chinas para desarrollar la industria biotecnológica es la construcción de parques biotecnológicos. Se trata de grandes campus diseñados para ubicar empresas de alta tecnología en torno a una industria en común, como los productos biofarmacéuticos o la nanotecnología. Además de los parques tecnológicos creados a nivel nacional, casi todas las provincias chinas cuentan con una serie de parques industriales locales.

El Gobierno chino ha invertido en la construcción de parques biotecnológicos con el objetivo de desarrollar importantes centros de innovación. Los fondos proporcionados por el gobierno nacional se utilizan para financiar los parques biotecnológicos nacional y también son transferidos a los gobiernos locales para construir parques provinciales.



Gráfica 5. 1. Parques biotecnológicos en China. Fuente: *South China Morning Post*

Actualmente hay más de 104 parques industriales de alta tecnología relacionados con la biotecnología a nivel nacional (14). En 2010, se establecieron grandes grupos de parques industriales biotecnológicos en el delta del Río Yangtze, en el delta del Río Pearl y en la región de Beijing-Tianjin-Hebei. Estos parques tecnológicos proporcionan infraestructuras, profesionales altamente cualificados y apoyo empresarial. Por ejemplo, Suzhou Biobay, en el

delta del Río Yangtze, proporciona plataformas de servicios de nanotecnología para 51 empresas, además de ofrecer apoyo en la presentación de solicitudes de regulación y financiación.

La gran mayoría de los gobiernos provinciales y municipales chinos han publicado regulaciones y políticas acorde con el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, entre ellas Shanghái, Beijing, Tianjin, Shandong, Shaanxi, Yunnan, Gansu y Wuhan. Se destaca los planes de Shanghái y Tianjin, dos importantes áreas de biotecnología en China:

- En el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal de Desarrollo Industrial y Económico de Tianjin, la industria biotecnológica es una de las 8 industrias prioritarias para el desarrollo. El objetivo es alcanzar un valor industrial de 200 000 millones de RMB (cerca de 26 000 millones de EUR). El logro de este objetivo convertiría al municipio en uno de los mayores centros nacionales de innovación biomédica. El plan de Tianjin enumera específicamente los objetivos para la biofarmacia, biofabricación y la biotecnología agrícola.
- El Gobierno Municipal de Shanghái publicó el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal de Innovación Tecnológica de Shanghái identificando los principales áreas de interés, entre ellas se puede encontrar la ciencia neuronal, la inteligencia artificial, la genoma, las células madre, la nanotecnología, la ciencia bioquímica, los sensores biológicos, la agricultura urbana y la investigación y desarrollo de nuevos fármacos. Se especifican 5 áreas clave como prioridades de desarrollo: innovación de medicamentos, fabricación de bio-productos, actividades de investigación, construcción de la cadena de suministro global y la industrialización de la biotecnología. Entre las políticas de apoyo se pueden encontrar la mejora del acceso a la financiación, la creación de fondos especiales para la industria biofarmacéutica, el fomento de la financiación de la I+D y la mejora de la protección de los derechos de propiedad intelectual.



## 6. Biotecnología de la salud o biotecnología roja

El gobierno chino considera que el desarrollo de la biotecnología es fundamental para hacer frente a los desafíos del sistema de salud de China. Por esta razón, la biotecnología roja es uno de los sectores más apoyados por el Gobierno. Como se refleja en el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, el Plan Hecho en China 2025 y el Plan Chino de la Salud 2030, la biomedicina, la biofarmacia, y las nuevas tecnologías biomédicas son industrias prioritarias para las autoridades chinas. Su presencia en multitud de zonas de desarrollo a lo largo del todo el país lo corrobora. Gracias a esto y a otros factores que se comentan en esta sección, China se ha convertido en un lugar muy atractivo para realizar actividades de I+D en biofarmacia. El Gobierno sigue esforzándose en impulsar la I+D en biofarmacia y hacer sus productos más competitivos en el mercado internacional mediante numerosas regulaciones e incentivos.

La industria farmacéutica china también fue impulsada por la reforma del sistema de salud en 2009, cuyo objetivo principal es proveer acceso a tratamientos médicos a todos los ciudadanos chinos en 2020, lo que supone un mayor consumo de fármacos y productos para el cuidado de la salud. Además, mediante el desarrollo de una industria sanitaria innovadora, propia y eficiente, las autoridades chinas desean reducir la alta dependencia de los elevados costes de los medicamentos y patentes importados. Adicionalmente, el creciente número de casos de enfermedades que necesitan un costoso tratamiento como la diabetes (más de 100 millones de habitantes chinos padecen esta enfermedad) y el cáncer, se estima que el número de nuevos casos de cáncer aumente a más de 5,5 millones en 2035 (15). Estos hechos crean una necesidad de mejorar la oferta de fármacos con menor coste y altamente eficiente.

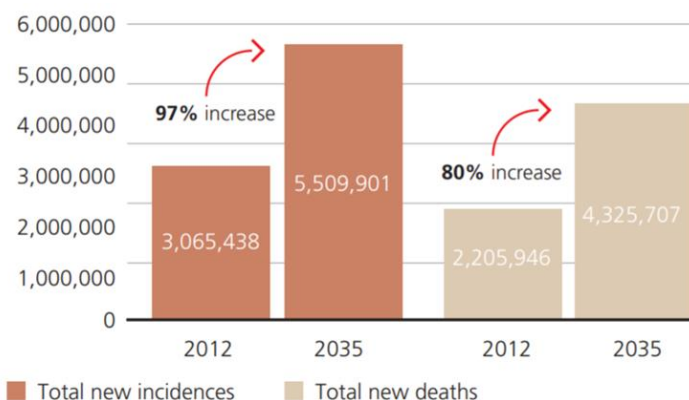


Figura 6. 1 Estimación de nuevos casos de cáncer y su mortalidad 2012-2035 en China. Fuente: Organización Mundial de la Salud

### Gasto en I+D en el sector de la salud en China

Desde 2009, año en el que comenzó la reforma del sistema de salud, el gasto en I+D en el sector médico de las grandes y medianas empresas tiene una tendencia ascendente y a la vista de las políticas aplicadas en los planes mencionados arriba, se estima que la industria de la biotecnología de la salud en China mantenga un crecimiento medio de un 16% hasta 2021 (16).

En el primer semestre de 2015 se liberalizaron los precios de los medicamentos, la cual trajo consigo una mayor competitividad en el sector farmacéutico y en concreto, la oportunidad de destacar en el mercado en base a la innovación de los fármacos. China tiene un gran mercado potencial de productos biológicos y otros productos farmacéuticos debido a la demanda de una población que envejece cada vez más rápido, se estima que para 2020 haya más de 200 millones de personas por encima de los 60 años de edad, y factores como la contaminación, una mayor conciencia sanitaria y un aumento del gasto sanitario impulsa aún más el potencial del mercado farmacéutico.

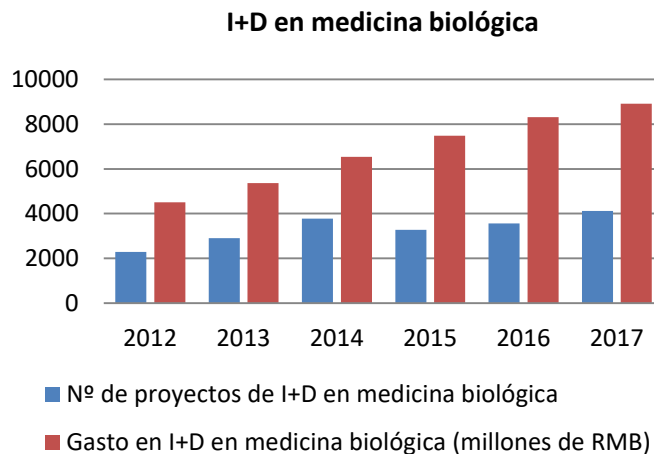


Figura 6. 2 Gastos y proyectos en I+D en medicina biológica. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

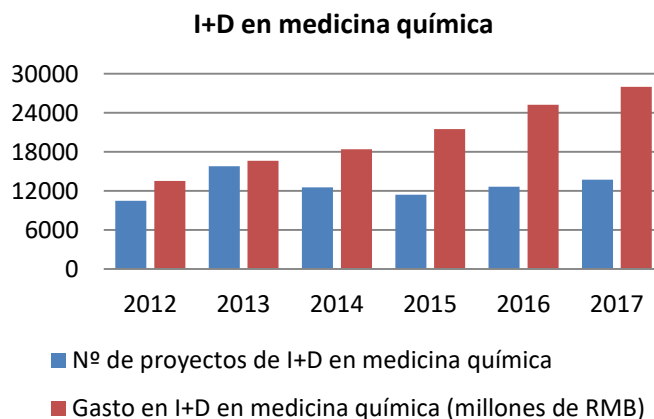


Figura 6. 3 Gastos y proyectos de I+D en medicina química. Elaboración propia con datos del *China Statistical Yearbook on Science and Technology*

La medicina biológica y la medicina química son uno de los sectores de mayor crecimiento en desarrollo dentro de la biotecnología de la salud. El alto valor de los productos biológicos y las políticas de desarrollo de las autoridades chinas son las principales causas del aumento en el gasto en I+D por las empresas farmacéuticas. El mercado de la medicina biológica pasó de representar 62.700 en 2012 millones de RMB a 152.000 millones de RMB en 2016 (17). La

biomedicina aporta importantes avances en la terapia para el tratamiento contra el cáncer, la cual es una de las prioridades de las autoridades chinas. El gasto en I+D también tiene una tendencia creciente, en la medicina biológica se puede observar un crecimiento de cerca de un 98% de 2012 a 2017, mientras que el gasto en I+D en la medicina química tuvo un crecimiento de un 107% para los mismos años.

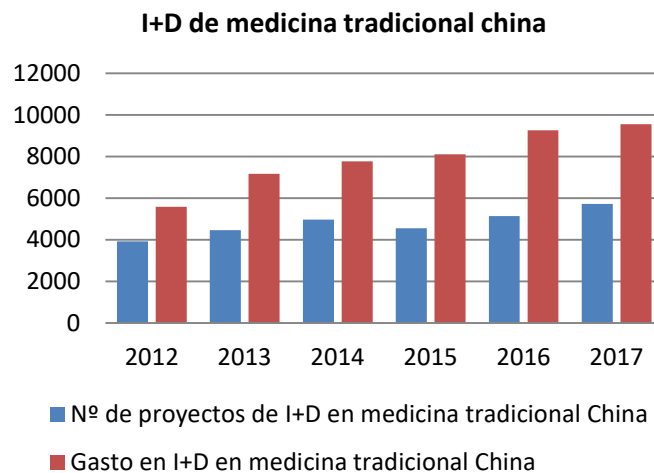


Figura 6. 4 Gastos y proyectos de I+D en medicina tradicional. Elaboración propia con datos del China Statistical Yearbook on Science and Technology

En China se debe considerar la medicina tradicional como parte del sector farmacéutico y de la industria de la salud debido a su tamaño de mercado. Si se compara el gasto en I+D en 2017 de la medicina tradicional china con la medicina biológica, se puede observar que los medicamentos tradicionales chinos han recibido un 7% más de inversión en I+D, a pesar el crecimiento de la medicina biológica en los últimos años.

La Administración de Alimentos y Medicamentos de China (*Chinese Food and Drug Administration CFDA*) se encarga de aprobar y autorizar el empleo de nuevos fármacos en China. Históricamente, la aprobación de medicamentos era complejo debido a los extensos requisitos para presentar una solicitud de nuevo medicamento y al largo periodo de aprobación de aproximadamente un año. En 2016, la CFDA creó una nueva clasificación de nuevos medicamentos incluyendo el estatus de revisión prioritaria para ciertos medicamentos innovadores, reduciendo la revisión de más un año a seis meses.

El Centro de Evaluación de Medicamentos (*Center for Drug Evaluation CDE*) es el organismo revisor de medicamentos bajo la ley en China. Este organismo pasó de tener aproximadamente 70 revisores en 2015, siendo un revisor por cada 100 solicitudes de medicamentos, a 670 revisores en 2016. Este hecho nos indica el esfuerzo de las autoridades chinas por incentivar y facilitar más la I+D en nuevos medicamentos.

En abril de 2018, la CFDA propuso una nueva regulación que concede hasta 12 años de exclusividad de datos, antes era de 6 años, para los innovadores biológicos para los nuevos medicamentos que han realizado sus primeros ensayos clínicos en China, y su aprobación se haya realizado en el país asiático antes que en otros países. Esta regulación crearía un importante incentivo de mercado para empresas biofarmacéuticas en China. La exclusividad de los datos hace referencia a la protección de los datos de los ensayos clínicos, que impide que

otros fabricantes de medicamentos genéricos utilicen datos en exclusividad en sus aplicaciones. Debido a que los ensayos clínicos requiere una alta inversión, la exclusividad de los datos sirve como una forma de protección de mercado para nuevos medicamentos innovadores, además de la protección de la patente (18).

China es uno de los principales destinos para realizar ensayos clínicos de fármacos en Asia. En los próximos años seguirá aumentando estos ensayos debido a los incentivos a las pequeñas desregulaciones a las políticas de incentivo, al gran tamaño de su mercado y su crecimiento.

### Investigación sobre la terapia con células CAR-T en China

Las modificaciones en las células T son capaces de detectar y actuar contra un antígeno específico. Eso les permite reconocer las células tumorales y atacarlas, sin dañar células benignas. China es el país que más investigaciones en terapia CAR-T realiza mediante ensayos clínicos.

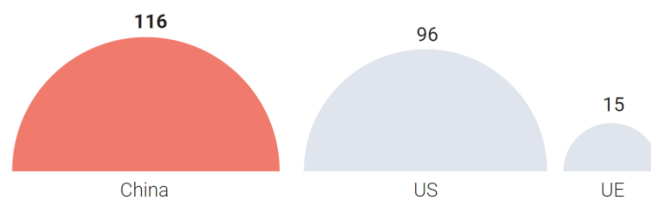


Figura 6. 5 Números de investigaciones sobre la terapia con células T CAR. Fuente: South China Morning Post

### La industria farmacéutica en China

En los últimos años las empresas biofarmacéuticas instaladas en China han sufrido muchos cambios. Las empresas locales han aumentado sus capacidades y las multinacionales, que hasta hace poco se limitaban a externalizar operaciones en China, ahora establecen alianzas estratégicas con compañías chinas. Se encuentran numerosas multinacionales, la mayoría con gran actividad en I+D, procedentes principalmente de Estados Unidos, Europa y Japón. Estas empresas extranjeras forman parte del *R&D- based Pharmaceutical Association Committee* o *RDPAC*, que se encuentra bajo la *China Association of Enterprises with Foreign Investment*. Según los datos de *RDPAC*, el 70% de sus empresas miembro tienen plantas de producción en China. Además, prácticamente todas las grandes empresas farmacéuticas están desarrollando actividades de I+D en China. Por un lado, para facilitar el acceso de sus productos al mercado chino y por el otro, para reducir los costes. Hay que tener en cuenta que el interés de China por poseer su propia industria farmacéutica hace que existan restricciones en ciertas acciones como la compra de empresas farmacéuticas chinas por empresas extranjeras.

Empresa	Capitalización bursátil (millón USD)	Ingresos de los últimos 12 meses (millón USD )
<i>Jiangsu Hengrui Medicine</i>	36.994	3.230
<i>Baiyunshan Pharmaceutical</i>	14.275	8.060
<i>Yunnan Baiyao Group</i>	11.187	4.227
<i>Sino Biopharm</i>	11.058	3.408
<i>Sinopharm</i>	10.820	55.202
<i>CSPC Pharmaceutical</i>	10.386	3.688
<i>Shanghai Pharmaceutical</i>	6.543	25.578
<i>Huadong Medicine</i>	5.798	4.984
<i>Beijing Tongrentang</i>	5.553	2.248
<i>Sichuan Kelun</i>	5.499	2.717
<i>Tasly Pharmaceutical</i>	3.528	2.954
<i>Jointown Pharmaceutical</i>	3.391	14.884
<i>Shenzhen Salubris Pharmaceuticals</i>	3.168	721
<i>Kangmei Pharmaceutical</i>	2.451	5.571
<i>Luye Pharma</i>	2.293	890
<i>Sihuan Pharmaceutical</i>	2.098	446

Tabla 6. 1 Principales empresas farmacéuticas chinas. Fuente: Elaboración propia con datos de BMI y Bloomberg

Principales empresas proveedores de nuevas fórmulas farmacéuticas	20 empresas farmacéuticas con mayor proyección en China
Jiangsu Hengrui Medicine Co., Ltd.	Sichuan Yuanda Shuyang Pharmaceutical CO., LTD.
FarmaSino Pharmaceuticals (Jiangsu) Co.,Ltd.	Guilin Layn Natural Ingredients Corp.
China National Pharmaceutical Group Corporation	Nanjing Dorra Pharmaceutical Technology Co.,Ltd.
NORTH CHINA PHARMACEUTICAL CO.,LTD	VEGA PHARMA LIMITED (HANGZHOU VEGA CO., LTD)
Orient International Holding Shanghai Rongheng International Trading Co., Ltd.	Zhejiang Jinhua CONBA Bio-pharm. Co.,Ltd.
ZHEJIANG MEDICINES & HEALTH PRODUCTS IMP. & EXP. CO., LTD	Hybio pharmaceutical Co.,Ltd.
A.H.A International Co., Ltd.	Changchun BCHT Biotechnology Co.
Ninhua Group.Co.,Ltd.	BTP Pharmaceutical Co.,Limited
Yangtze River Pharmaceutical (Group) Co., Ltd.	Zhejiang Jiangbei Pharmaceutical Co.,Ltd.
Shijiazhuang No.4 Pharmaceutical Co.,Ltd.	Hubei Guangji Pharmaceutical Co., Ltd.
NANJING SINO PHARMACEUTICAL LTD.	Hualan Biological Bacterin Co., Ltd.
Qilu Pharmaceutical Co., Ltd.	Zhejiang Ausun Pharmaceutical Co.,Ltd
Zhejiang Huahai Pharmaceutical Co., Ltd.	ZHENGZHOU TUOYANG INDUSTRIAL CO., LTD.
Shanghai Fosun Pharmaceutical (Group) Co., Ltd.	Gan&Lee Pharmaceuticals
Luye Pharma Group	CHINESE PEPTIDE COMPANY
Reyoung Pharmaceutical Co. Ltd.	Anhui Biochem United Pharmaceutical Co.,Ltd.
CSPC Pharmaceutical Group Limited	Hebei Changshan Biochemical Pharmaceutical Co., Ltd.
Zhejiang Hisun Pharma. Co., Ltd.	Dongbao Enterprise Group Co.,Ltd.
Suzhou Dawnrays Pharmaceutical Co., Ltd.	Hebei Jiupeng Pharmaceutical Co., Ltd.
ANHUI MEDIPHARM CO.,LTD	Shenzhen Mellow Hope Pharm Industrial Co., Ltd

Tabla 6. 2 Empresas farmacéuticas chinas con capital extranjero representadas por RDPAC. Fuente: Elaboración propia con datos de RDPAC

<i>Abbott</i>	<i>Boehringer <u>Ingelheimesi</u></i>	<i>Novo Nordisk</i>
<i>AbbVie</i>	<i>FreseniusKabi</i>	<i>Roche Sano fi Aventis</i>
<i>Allergan</i>	<i>Gedeon Richter Plc</i>	<i>Servier</i>
<i>Amgen</i>	<i>Helsinn</i>	<i>UCB</i>
<i>Baxter</i>	<i>Ipsen</i>	<i>Astellas Pharma</i>
<i>Bristol Myers</i>	<i>Leo Pharma</i>	<i>Chugai Pharmaceuticals</i>
<i>Squibb Celgene</i>	<i>Lundbeck</i>	<i>Daiichi Sankyo</i>
<i>Eli Lilly</i>	<i>Menarini</i>	<i>Eisai</i>
<i>GE Healthcare</i>	<i>Merck Serono</i>	<i>Kyowa Kirin</i>
<i>MSD Pfizer</i>	<i>Mundipharma</i>	<i>Sumitomo</i>
<i>Xian-Janssen</i>	<i>Novartis</i>	<i>Takeda Pharmaceutical Zambon</i>
<i>AstraZeneca</i>	<i>Chiesi</i>	<i>Besins Healthcare</i>
<i>Bayer HealthCare</i>	<i>Chugai</i>	<i>GSK</i>

**Tabla 6. 3 Principales empresas proveedores de fórmulas y 20 empresas con mayor proyección. Fuente: Elaboración propia con datos de China-Pharm**

Aunque existen empresas biofarmacéuticas en numerosos parques industriales a lo largo del país, concentrados principalmente en la zona del Delta del río Yangtze, Delta de río Perla y en las región de Beijing, Tianjin y Hebei. Se destaca tres clústeres de la biotecnología roja:

- **Parque de alta tecnología Zhangjiang, en Shanghái:** Inaugurado en 1992, es uno de los primeros parques de categoría nacional aprobados por el Consejo de Estado. Destaca por los sectores de la biofarmacia y el software. Las empresas que los componen son en un 81 % pequeñas empresas, en un 14 % medianas empresas y en un 5 % grandes empresas (19).

Tienen base en el Parque de alta tecnología Zhangjiang numerosas empresas líderes en su sector como: AMD, AMGEN, GE, AstraZeneca, Honeywell, DOW, SAP labs China, gsk, Microport, Henkel, Roche, HP, SMIC, Novartis, Spreadtrum, Glaxo Smith Kline, HHGrace, Hewlett-Packard, Infosys, Lenovo, Eli Lilly, Medtronic, SMIC, Vanke y ZTE.

- **Parque de ciencias Zhongguancun en Pekín:** Fue el primer parque nacional de alta tecnología. Comenzó a funcionar en 1980, actualmente está formado por 14 subparques de industrias de nueva tecnología y alta tecnología, uno de los cuales es el Centro Industrial de Biomedicina de Daxing. Unas 20 000 empresas se encuentran en este parque tecnológico. Aunque destacan por las empresas Lenovo y Baidu, en el Parque de ciencias Zhongguancun se encuentra uno de los clústeres más importantes de biomedicina: El Parque de ciencias de la vida Zhongguancun. A la vez, hay clústeres más específicos como el clúster industrial de vacunas o el clúster de I+D e industrialización de fármacos (20).

En 2020 se espera haber aumentado este clúster de biofarmacia y mejorado la calidad de su producción y su I+D. También se centrarán en aumentar la velocidad del desarrollo de vacunas, anticuerpos, reactivos para diagnóstico y otros productos de especial relevancia. Algunas de las empresas de este parque son: Novo Nordisk,

Syngenta Biotechnology, Beijing Yuande Biomedical Engineering, Biotech Pharmaceutical, Sinovac Biotech, CapitalBio Corporation y Beijing Zizhu Pharmaceutical.

- **BioBay en Shuzhou:** Inaugurado en 2007, BioBay está especializado al desarrollo de la industria biológica y la industria nanotecnológica. Este parque está especializado en impulsar la industrialización de los resultados de las actividades de I+D en las ciencias de la salud. Posee una incubadora de proyectos y un área de industrialización. Organismos tan relevantes como La Academia China de Ciencias y el Instituto de Nanotecnología y Nanobiónica tienen sede en BioBay.

BioBay tiene el reconocimiento oficial de Clúster de Innovación en Nanotecnología y de Parque Industrial de Biomedicina. Ofrecen servicios para ayudar a las empresas a reducir los costes de sus actividades en I+D y para acelerar la transformación de los resultados de sus investigaciones. Dentro de estos servicios se encuentra una plataforma conjunta entre BioBay y la Academia China de Ciencias Médicas para ofrecer apoyo sobre fármacos innovadores. El instituto de Suzhou de Nanotecnología y Nanobiónica facilita servicios de pruebas, de procesado, de ingeniería y otros servicios profesionales. Entre las actividades que se llevan a cabo en BioBay destaca el descubrimiento de nuevos principios activos para el tratamiento de cáncer, de virus, de diabetes y de enfermedades cardiovasculares (21).

Las empresas son mayoritariamente locales, algunas de ellas son: BrightGene, Asymchem Lab., Betta Pharm., Autobio Diagnostics, Innovent, Stainwei, Alphamab, PegBio, Kintor, RugenSuzhou, Kelun Pharmaceutical Research, Repson (Suzhou) Biotechnology, Agno Pharma, Adagene, GENEWIZ, Medinoah, Crystal Pharmatech, Brunswick, Rugen Therapeutics R&D, Suzhou CellPro Biotech, Wilmington Pharma Tech Company, Xenoh Pharmaceutical, Deep Pharmaceuticals, Anti-cancer solution, Suzhou Helianthus Biotechnology, Uni-sky biotechnology, Nano-Micro, Nanmed, OptoTrace y Huaweitehave.

## 7. Biotecnología industrial o blanca

La biotecnología industrial es la aplicación de la biotecnología a la producción industrial. Se trata de la aplicación de organismos vivos como bacterias, levaduras y componentes celulares (enzimas) en actividades de producción y procesos industriales, principalmente de productos químicos y biocombustibles líquidos debido a las ventajas que aporta (22).

El uso de la biotecnología se está extendiendo en la industria de los biocombustibles líquidos y en la industria química debido a las ventajas que aporta. En estas dos industrias destaca la importancia de los procesos biotecnológicos en la producción de etanol y diésel, dentro de la industria de los combustibles; y en la producción de polímeros dentro de la industria química. Gracias a la biotecnología se pueden simplificar los procesos de fabricación, reducir el impacto medio ambiental mediante la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, del consumo energético, de la cantidad de desechos, etc. Además, hay procesos que no son viables empleando otras técnicas de producción (23).

China es el primer consumidor energético del mundo. En los últimos años el consumo energético del país asiático ha aumentado de manera notoria, al mismo tiempo que el país se desarrolla económicamente (24).

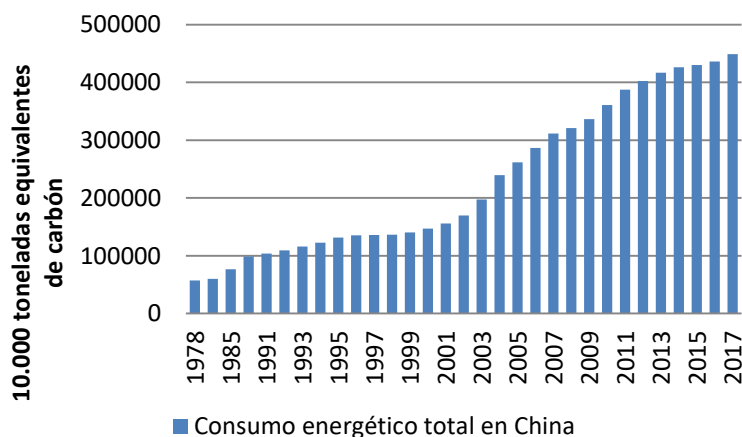


Figura 7. 1 Consumo energético total en China. Elaboración propia con datos del *National Bureau of Statistics*

La biotecnología industrial es de gran importancia en China debido a la estructura energética del país, a los altos niveles de contaminación y a la falta de desarrollo en las áreas rurales. China depende energéticamente de los combustibles fósiles, fundamentalmente del carbón, siendo el consumo de energías renovables aún minoritaria.

Los altos niveles de contaminación a los que se enfrenta el país hacen que el cambio de la estructura energética y el uso de procesos industriales con un menor impacto medio ambiental sean prioritarios para el Gobierno. En marzo de 2018, las autoridades chinas responsables del cambio climático, informaron que la intensidad de emisiones de carbono se redujo en un 46%, por unidad del PIB, entre 2005 y 2017. En el Acuerdo de París sobre el



Cambio Climático de las Naciones Unidas, China se comprometió a reducir la intensidad de emisiones de carbono en un 60%-65% para el año 2030.

De esta forma, el Plan de desarrollo de Ciencia y Tecnología a Medio y Largo plazo refleja los recursos naturales y la protección medio ambiental como una de las cinco áreas estratégicas hasta el año 2020. En el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), la industria relativa al consumo energético, protección medioambiental y el control de las emisiones de carbono se presentaba como una de las seis industrias prioritarias para China. Además, las nuevas energías limpias son consideradas un pilar fundamental para el desarrollo sostenible en el último plan quinquenal del país. En el plan *Made in China 2025*, aparecen de nuevo referencias a industrias que favorecen la sostenibilidad medioambiental como la de los automóviles de nueva energía.

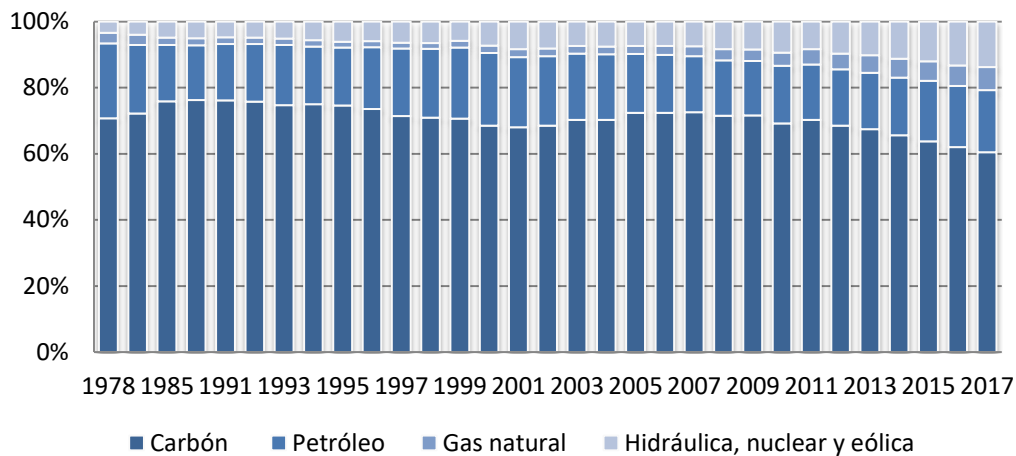


Figura 7. 2 Estructura energética de China. Elaboración propia con datos del *National Bureau of Statistics*

Los esfuerzos las autoridades chinas en integrar el consumo de una energía más limpia y respetuosa con el medio ambiente están dando sus resultados, aunque levemente. Como se puede observar en la figura 7.2, el consumo energético procedente de combustibles fósiles está disminuyendo año tras año, y por el contrario, las energías más limpias, como la hidráulica y la eólica, aumentan su consumo, pasando de representar un 3% en la estructura energética en 1978 a un 14% en 2017.

La biotecnología industrial ofrece alternativas para la industria de los biocombustibles y la industria química. El uso de la biotecnología en la producción de etanol, diésel y plásticos contribuye a aumentar la productividad y ahorrar costes. China es el tercer productor de etanol del mundo y el primero de productos químicos.

El Consejo de Estado chino publicó el Plan de Acción Estratégica para el Desarrollo Energético (2016-2020) con el objetivo de controlar el consumo energético y establecer la meta de alcanzar el 15% de uso de combustibles no fósiles en la estructura energética del país. Los biocombustibles son considerados esenciales en este plan energético nacional.

## Biocombustibles

En los últimos 15 años, el apoyo del Gobierno ha tenido una gran importancia en el desarrollo del sector de biocombustibles a través de sus Planes Quinquenales. En el 11º Plan Quinquenal (2006-2010), se marcaban objetivos concretos de reducción energética y de emisiones de contaminantes. Además, el 11<sup>er</sup> Plan Quinquenal incluía el “Plan de utilización de bioetanol”. Posteriormente con el 12<sup>a</sup> Plan Quinquenal (2011-2015) se marcaron objetivos para la producción de biomasa y biocombustibles además de promover el etanol celulósico (el etanol celulósico emplea como materia prima biomasa sin valor alimenticio) y el biodiesel producido con algas. En el actual 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), el Gobierno chino fomenta activamente demostraciones y proyectos pilotos innovadores sobre biocombustibles. El actual Plan Quinquenal incluye un específico para la innovación biológica enfocado en incentivar la innovación en tecnologías biológicas, incluyendo las fuentes de nueva energía mediante el uso de etanol celulósico.

El apoyo del Gobierno se ha dirigido especialmente a la I+D, el suministro de materias primas y la demanda. Concretamente, en el suministro de recursos renovables se conceden beneficios económicos y fiscales. Además, se han implantado programas obligatorios de uso de etanol para estimular la demanda. El precio del etanol, el diésel y la gasolina está regulado por el Gobierno.

China es el país con más automóviles del mundo, según el Ministerio de Seguridad Pública, el número de vehículos en el país asiático alcanzó los 322 millones en 2018, un 8% más que en 2017. Este hecho provoca que el consumo de combustibles para automóviles sea muy elevado. La Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma publicó el “Plan a Medio y Largo Plazo para el Desarrollo de las Energías Renovables” que incluye un plan para utilizar E10 (mezcla de composición 90 % gasolina 10 % etanol) en todos los automóviles del país en 2020 (25).

## Bioetanol

China es el cuarto productor y consumidor de etanol como combustible del mundo. La producción de etanol está completamente regulada por leyes y políticas específicas. Además, construcción de nuevas plantas de producción tiene que ser aprobada por el gobierno central o provincial. El país asiático produce una amplia variedad de productos con etanol como alcohol, productos químicos industriales y combustibles. La producción total de etanol fue alrededor de 9.770 millones de litros en 2018, un 6% más que en 2017. La producción de etanol como combustible comenzó en 2004, se estima que en 2018 se produjeron 2.914 millones de litros (26).

La importación y la exportación estuvieron restringidas históricamente hasta 2015, año en el que abrió su mercado. Debido a esta apertura, China paso de importar 14 millones de litros de etanol en 2014 a 700 millones en 2018. Muestra de la necesidad de satisfacer la demanda del mercado interno, las exportaciones son menores, solo se exportaron 1 millón de litros en 2014, y tras la apertura al mercado internacional, esta cifra aumentó 126 millones en 2018.

La producción de etanol se encuentra en las prioridades de la política nacional china. Desde 2016, las empresas procesadoras de maíz, incluyendo los productores de combustible etanol y de productos químicos industriales, han disfrutado de subsidios para el procesamiento de maíz basado en los volúmenes de producción. Además, las autoridades chinas desean expandir el uso de la mezcla de gasolina y etanol a nivel nacional, ampliando la cobertura nacional de los servicios de demanda, así como la inversión para ampliar la capacidad de producción.

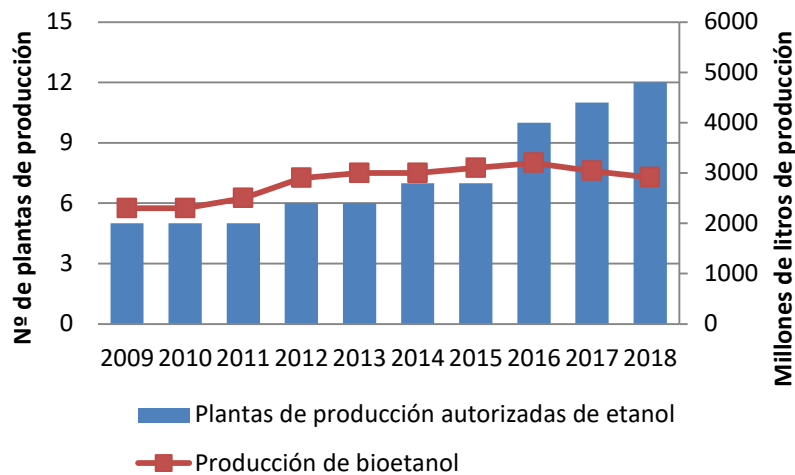


Figura 7. 3 Plantas y volumen de producción de bioetanol. Fuente: Elaboración propia con datos del USDA

Las 12 plantas de producción de bioetanol autorizadas por el gobierno chino son:

- Jinlin Fuel Alcohol
- Henan Tianguan
- COFCO Biochemical (Anhui)
- COFCO Bioenergy (Zhaodong)
- SDIC (Zhanjiang)
- Shandong Longlive
- COFCO Bioenergy (Guangxi)
- ZTE Zenergy (Inner Mongolia)
- SDIC (Tieling)
- Liaoyuan Jufeng Biochemical
- Jilin Boda Biochemistry
- Jiangsu Lianhai Biotechnology

A pesar del fuerte apoyo del Gobierno chino a través de políticas nacionales y respaldo financiero, el sector del etanol se enfrenta a retos estructurales para producir suficiente combustible etanol para satisfacer los ambiciosos planes del E10, que incluye el objetivo de un rápido incremento en el consumo nacional a 18.600 millones de litros en 2020. Además, La mayoría del bioetanol producido es de primera generación, es decir, emplea cultivos destinados a la alimentación

humana mayoritariamente, granos de maíz. El Gobierno, preocupado por la autosuficiencia en el suministro de granos, estuvo promoviendo el uso de mandioca, sorgo azucarero y granos de uso no alimentario como materia prima para la producción de etanol hasta 2017. Sin embargo, la producción de etanol a base de mandioca, sorgo azucarero y granos de uso no alimentario sigue en fase de investigación y exploración en la fase de comercialización, sin escala de producción industrial. Los altos costes operativos han limitado la expansión de la capacidad de producción mediante estas materias primas.

### Biodiesel

La industria combustible biodiesel para china esta menos regulada que la producción de bioetanol y su capacidad de mercado es limitada, ya que nunca ha representado más de un 0,3% del mercado de combustibles. La producción sigue dependiendo totalmente del aceite usado de cocina (UCO) como materia prima. China es uno de los principales productores de residuos de aceite, pero esta es una fuente de poca calidad para crear una industria biodiesel eficiente. La producción de biodiesel se encuentra cerca de los 1.140 millones de litros para 2018, casi un 10% más que 2017. El encarecimiento de los precios de petróleo crudo y el aumento de las exportaciones impulsan levemente la producción de biodiesel en China.

En comparación con el bioetanol, la producción de biodiesel no recibe ningún subsidio ni apoyo del Gobierno chino, pero disfruta de pequeños incentivos fiscales para el impuesto sobre el consumo y rebajas a la exportación. Es habitual que el biodiesel producido no cumpla los requisitos de calidad necesarios para ser usado como combustible, especialmente entre las plantas más antiguas, anteriores a 2006. La principal aplicación del biodiesel es en industria. En los últimos años, debido al desarrollo de las zonas rurales, está aumentando la relevancia del biodiesel como combustible de maquinaria agrícola (27).

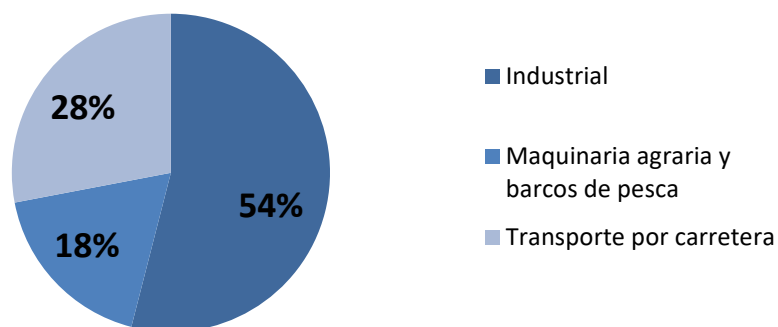


Figura 7. 4 Usos del biodiesel. Elaboración propia con datos de USDA

## Bioplásticos

El consumo de bioplásticos en China tiene una tendencia creciente pero sigue siendo aún reducido, con solo 2,27 millones de toneladas producidas en 2017 en comparación con una producción global de 335 millones de toneladas de plástico. Sin embargo, se espera que tengan una gran acogida dados los esfuerzos del Gobierno por reducir los contaminantes. En los 12<sup>a</sup> y 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, se indicaba la intención de China de reducir las emisiones de dióxido de carbono. No se cita expresamente la industria de los bioplásticos, pero sí que se menciona el desarrollo de nuevos materiales como objetivo del Gobierno para la reducción de emisiones contaminantes en la industria y con la preservación del medio ambiente. Históricamente, se han tomado algunas medidas que indican el interés por reducir el impacto ambiental de los plásticos convencionales como la regulación en el uso de bolsas de plástico en 2008 o un programa de apoyo al desarrollo de materiales del polímero biodegradable PLA (ácido poliláctico) en 2009 (28).

Bajo el estímulo de políticas nacionales favorables muchas empresas nacionales han desarrollado nuevas capacidades o proyectos de expansión para plásticos biodegradables. Por ejemplo, En 2017, *Alibaba Group Holding Ltd.* y un conjunto de empresas de consumo establecieron un consorcio de envasado ecológico, incluidos los plásticos biodegradables. A principios de 2018, el 90% de las pajitas fabricadas en *Soton Daily Necessities Co. Ltd. YW*, uno de los fabricantes de este producto más grandes del mundo, fue con plásticos tradicionales. Para fines de ese año, el uso de plástico tradicional había caído a 60 por ciento, a medida que la producción de papel y pajitas de plástico biodegradables aumentaba (29).

En la investigación de plásticos biodegradables hay implicados centros de bastante relevancia como el Instituto de Física y Química de la Academia China, Tsinghua University, Sichuan University y el Instituto de Investigación de Sinopec Pekín, especializado en la reducción de costes y la mejora de los procesos de producción de poliparadioxanona. Por otro lado, se ha actuado sobre la reducción de residuos impulsando el reciclaje de materiales. Anualmente se tratan aproximadamente 8 millones de toneladas de plásticos importadas que han sido desechados en otros países y unos 10 millones de toneladas de desechos producidos en China.

Comparado con el mercado de los plásticos petroquímicos, este mercado de los bioplásticos es muy reducido y se enfrenta a problemas como los elevados costes de producción, las dificultades de fabricación y la calidad del producto.

En la siguiente figura se presenta la producción de los diferentes bioplásticos, su localización y las empresas productoras:

Guangdong (136.375 ton)		Jiangsu (89.200 ton)	
Dongguan Renju	PLA / PBS	Jiangsu Torise	PLA
Huazhiliu Bio-material	PSM - parcial y totalmente degradable: PLA	Jiangsu Jiuding	PLA
Dongguan Xinhai	PSM - parcialmente degradable / PLA / PBAT	Biograde	PSM - parcial y completamente degradable
Shenzhen Hongcai	PSM - Parcialmente degradable	Rongze	PSM - completamente degradable
ESUN	PLA / PCL	Jiangsu Longjun	PSM - Parcialmente degradable
KINGFA	PCL	Nantong Yijie	PLA / PBAT
Ecomann Tech.	PHA	Jiangsu Jinhe Hi-Tech	Plásticos biodegradables a base de paja
Wandajie Plastics	PSM -Parcial; PSM - Completamente degradable	Suzhou Hanfeng	PSM - completamente degradable
Hycail	PLA	Jiangsu Zhongke	PPC
		Jiangsu Zhongke	PPC
Anhui (21.7000 ton)		Hubei (60.000 ton)	
JMSW	PLA / PBAT	Wuhan Huali	PLA
Yifan	PBAT	Beijing (10.000 ton)	
Anqing Hexing	PBS	Sogreen	PHA
		Jiangxi (1.000 ton)	
		Jiangxi HRS	PLA

Tabla 6. 4 Bioplásticos de mayor relevancia producidos en China

## 8. Biotecnología agroalimentaria o verde

El término de biotecnología agroalimentaria describe una amplia gama de tecnologías utilizadas para mejorar o proteger plantas y animales a través de técnicas de modificación de partículas vivas, tales como la reproducción asistida por marcadores genéticos y la ingeniería genética de especies agrícolas, tanto vegetales como animales. El mayor segmento de la biotecnología verde es la modificación genética de cultivos, que se utiliza para aumentar la productividad y seguridad de los alimentos mediante la mejora de la resistencia de las plantas a los insectos, virus o sequías (30).

China es uno de los mayores productores de alimentos agrícolas del mundo; sin embargo, su capacidad productiva de alimentos no cubre todas las necesidades de la población y posee un bajo desarrollo tecnológico agrícola. Además, China es el segundo país más grande del mundo en cuanto a extensión, pero tan solo posee cerca del 15 % de las tierras cultivables y el 5% del agua para alimentar al 22% de la población mundial (31). Mientras parte de la población china está sobrealimentada, otra parte aún no tiene acceso a los nutrientes necesarios. La población carece de conocimientos básicos sobre nutrición y salud. Para solventar esta situación, el Gobierno publicó en el año 2014 el tercer Programa Nacional para el Desarrollo de la Alimentación y la Salud (2014-2020). Este programa se centra en salvaguardar el suministro efectivo de alimentos, optimizar la estructura alimentaria y mejorar la nutrición de los ciudadanos. En este contexto, el desarrollo de una fuerte industria agroalimentaria que pueda producir alimentos de calidad para la población es clave para las autoridades chinas.

En el actual 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), siguiendo las bases de Los Principales Proyectos de Ciencia y Tecnología al Servicio de las Estrategias Nacionales 2030, el Gobierno chino manifiesta sus objetivos de desarrollar una agricultura local, líder a nivel mundial, a través de la implementación de diversos proyectos nacionales que tienen una repercusión directa con la biotecnología verde como:

- Desarrollo de tecnologías de recolección de germoplasma.
- Creación y obtención de nuevas variedades de semillas
- Desarrollo de cultivos de alto rendimiento y alta eficiencia
- Control integral de la contaminación y rehabilitación de tierras de cultivo con fuentes agrícolas
- Biofabricación agrícola enfocado en los plaguicidas biológicos, los fertilizantes y piensos

El Gobierno chino considera a la biotecnología verde como una herramienta para ayudar al desarrollo y mejora de la seguridad alimentaria, aumentar la productividad de la agricultura, fomentar el desarrollo sostenible y posicionar China dentro del mercado internacional de la agricultura. Sin embargo, los productos modificados genéticamente, sobre todo en los alimentos, son criticados por la sociedad china debido a la falta de información pública. Una encuesta de consumidores chinos mostró que sólo el 12% tenía una opinión positiva de los alimentos transgénicos. El 88% restante compartían opiniones neutras y negativas al respecto.

Desde 1980 se desarrollan políticas para apoyar la biotecnología verde y se llevan a cabo programas de investigación en este campo. China fue uno de los primeros países en comercializar productos agroalimentarios genéticamente modificados. Sin embargo, la situación de la biotecnología agroalimentaria en China es compleja. Desde 1977, está limitado el cultivo de cualquier alimento básico que presenten modificaciones genéticas a 6 variedades: algodón, papaya, tomate, pimiento dulce, petunia y álamo. Actualmente, sólo se cultivan algodón y papaya genéticamente modificados debido a las dificultades de cultivo comercial de las otras 4 variedades (32).

A pesar de esta limitación en el cultivo de transgénicos, China es el octavo país con mayor área cultivada con variedades genéticamente modificadas debido a que es uno de los mayores productores de algodón, de los cuales el 95% son transgénicos. El 86% de la producción total de la papaya es también con prácticas de modificación genética. Además, China es el mayor importador de productos agroalimentarios genéticamente modificados del mundo (33).

Un avance importante en la industria de la biotecnología agroalimentaria china fue la adquisición de la empresa suiza de ingeniería agrícola Syngenta por la empresa estatal ChemChina por 43.000 millones de dólares (una de las mayores empresas extranjeras adquirida por China). Esta operación forma parte de una estrategia más amplia de seguridad alimentaria para la producción de alimentos y permitiría a China reducir su dependencia de los cultivos extranjeros genéticamente modificados, ya que tendrá acceso al uso de las patentes y a la tecnología de Syngenta para desarrollar una producción local más eficiente y segura. Además, esta adquisición puede dar lugar a nuevas oportunidades de desarrollo tecnológico y aumentar la posición de China como productor de cultivos transgénicos. Las autoridades chinas siempre han regulado y limitado el uso de tecnologías extranjeras de cultivo con modificación genética, y este hito es una muestra de que China va a invertir cada vez más en tecnologías de cultivos transgénicos a nivel internacional (34).

### Actividades de I+D en el sector agrario en China

Históricamente, la I+D privada en biotecnología verde se caracteriza por estar muy limitada y fuertemente regulada. Está prohibido que las empresas extranjeras realicen actividades de I+D en la producción biotecnológica de variedades vegetales, ganado y productos marinos. Las empresas extranjeras solo pueden realizar actividades relativas a hibridación convencional de semillas y necesitan un socio chino para formar una *joint-venture* en la que la parte china tenga una participación mayoritaria. El sector de la agricultura biotecnológica es una prometedora industria emergente debido a que planes de China, como el Programa Nacional para el Desarrollo de la Alimentación y la Salud (2014-2020), 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020) o *Made in China 2025*, tienen como objetivo desarrollar una industria (incluida la agricultura) de calidad, mejorar la seguridad alimentaria y la productividad, y depender menos de las importaciones. Si a esto le sumamos la falta de eficiencia y productividad en los cultivos tradicionales, la biotecnología es una herramienta para este objetivo.

El Gobierno apoya a I+D en biotecnología agroalimentaria nacional. Además, a principios de 2015 comenzó una campaña de información para mejorar el concepto que tiene la población china sobre las cosechas modificadas genéticamente. En junio



de 2018, las autoridades chinas publicaron “Las Medidas Administrativas Especiales para Inversores Extranjeros” que facilita el acceso al mercado para el desarrollo y producción de semillas para todos los cultivos, excepto para el trigo y el maíz, que sigue requiriendo accionistas mayoritarios chinos. En esta publicación, sin embargo, sigue prohibiendo las investigaciones de biotecnología agroalimentaria en China por entidades extranjeras.

Se han realizado grandes esfuerzos en investigación biotecnológica para mejorar las cosechas de algodón, arroz, maíz, trigo, soja, tomate, pimientos dulces y petunia. Algunas de las variedades obtenidas están ampliamente extendidas, como el algodón con *Bacillus thuringiensis*. En 2008, China inició un nuevo programa de modificación genética para el periodo 2009-2020 con un presupuesto de 3,8 billones de USD. Este programa se centra en la modificación genética de arroz, trigo, maíz, algodón, soja, cerdos, reses y ovejas. Uno de los últimos logros científicos en biotecnología agroalimentaria fue a principios de 2015 la obtención de la secuenciación del genoma de la orquídea *Vanilla Shenzhenica* lo que puede hacer posible en un futuro, la producción de variedades sintéticas de esta especie.

Las autoridades chinas han invertido mucho en el desarrollo de semillas transgénicas, se ha entregado cerca de 3.700 millones de dólares en formas de subvención a través de la Subvención para Ciencias y Tecnologías Clave de China para el Desarrollo de Nuevas Variedades Biotecnológicas, el Plan de desarrollo de Ciencia y Tecnología a medio y largo plazo (2006-2020). Estos programas incluyen 585 proyectos de mejora genética a través de la biotecnología para desarrollar nuevos tratamientos para fortalecer y hacer eficiente la cría de animales y los cultivos.

### Importación y exportación de los principales productos agroalimentarios genéticamente modificados consumidos en China: Soja, maíz y arroz.

China es uno de los mayores importadores de maíz y el mayor importador de soja del mundo. La mayoría de las variedades de soja y maíz importadas son variedades modificadas genéticamente. China importa soja de Estados Unidos, Brasil y Argentina y maíz principalmente de Estados Unidos. De las estadísticas de importación y exportación de soja, arroz y maíz, se puede observar el desequilibrio de la balanza comercial reflejando la dependencia de China a los principales productos agrícolas genéticamente modificados.

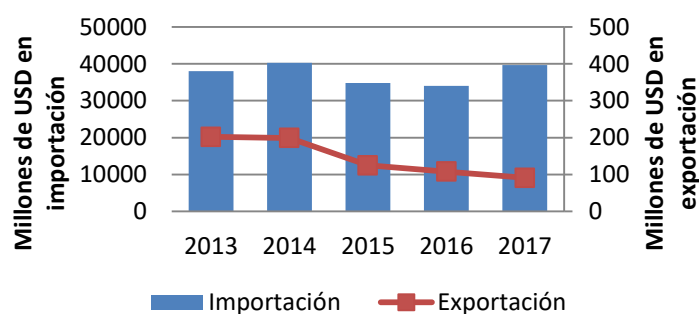


Figura 8. 1 Valor de las exportaciones y las importaciones de soja (partida arancelaria 1005). Elaboración propia con datos de UN Comtrade

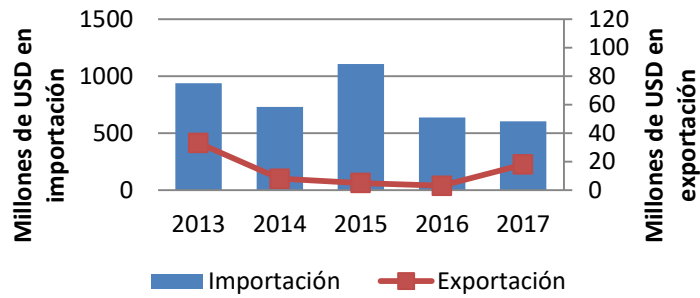


Figura 8. 2 Valor de las exportaciones y las importaciones de maíz (partida arancelaria 1005). Elaboración propia con datos de UN Comtrade

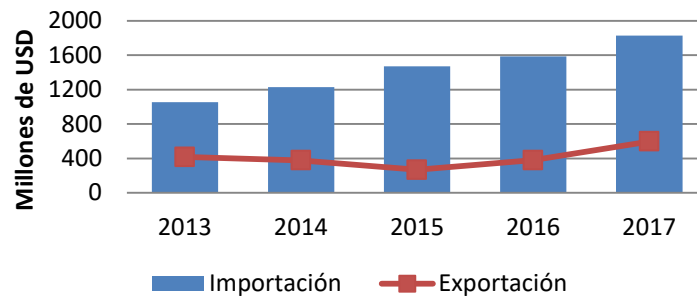


Figura 8. 3 Valor de las exportaciones y las importaciones de arroz (partida arancelaria 1006) Elaboración propia con datos de UN Comtrade

China tiene un marco regulatorio de biosanidad tanto para productos nacionales como para productos importados. La aprobación de la importación de una nueva variedad modificada genéticamente es un proceso largo y lento. Para que pueda comenzarse el proceso de aprobación para la importación de una variedad modificada genéticamente tiene que haber sido aprobada anteriormente en su país de origen. Esto no quiere decir que una variedad aprobada en el exterior se apruebe en China. Además, el Ministerio de Agricultura ha llegado a rechazar variedades en base a la opinión pública, como ocurrió en 2014 con una variedad de soja (35).

Las tecnologías de modificación genética de los alimentos deben superar una prueba de evaluación de bioseguridad realizada por el Comité Nacional de Bioseguridad para obtener un certificado de bioseguridad del Ministerio de Agricultura. El proceso de certificación consta de cinco pasos (36):

1. Investigación
2. Experimento intermedio
3. Medio ambiente  
Pruebas de rendimiento
4. Certificación de bioseguridad.

A continuación se muestran las empresas que han obtenido el certificado de bioseguridad para la importación a China (37):

Nº	Producto	Desarrollador
1	Herbicide tolerance canola RF3 (nueva aprobacion)	BASF
2	Pest resistant and herbicide tolerant corn DP4114 (nueva aprobacion)	Pioneer
3	Herbicide tolerance canola MON 88302 (nueva aprobacion)	Monsanto Far East Ltd.
4	Herbicide tolerance soybean DAS-44406-6 (nueva aprobacion)	Dow AgroSciences
5	Herbicide tolerance soybean SYHT0H2 (nueva aprobacion)	Syngenta Crop Protection / BASF
6	MON87705 Soy	Monsanto Far East Ltd.
7	Herbicide resistant corn DAS-40278-9	Dow AgroSciences
8	Herbicide resistant soybean MON89788	Monsanto Far East Ltd.
9	Insect resistant and herbicide tolerance corn Bt11xGA21	Syngenta Crop Protection
10	Quality improvement soybean 305423	Pioneer
11	Soybean A5547-127	Syngenta Crop Protection
12	Soybean 305423xGTS40-3-2	Pioneer
13	Corn MIR 162	Bayer CropScience
14	Herbicide resistant corn T25	Pioneer
15	Herbicide resistant Canola Oxy-235	Syngenta Crop Protection
16	Herbicide resistant Canola T45	Bayer CropScience
17	Herbicide resistant Canola Ms8Rf3	Bayer CropScience
18	Herbicide resistant sugar beet H7-1	Bayer CropScience
19	Insect resistant corn 5307	Bayer CropScience
20	Herbicide tolerance corn MON 87427	Monsanto Far East Ltd.
21	Herbicide resistant cotton GHB614	Bayer CropScience
22	Insect resistant cotton COT102	Syngenta Crop Protection
23	Insect resistant cotton 15985	Monsanto Far East Ltd.
24	Herbicide resistant cotton LLCotton25	Bayer CropScience
25	Herbicide tolerance corn FG72	BASF
26	Quality improvement soybean MON87769	Monsanto Far East Ltd.
27	Herbicide tolerance soybean MON87708	Monsanto Far East Ltd.
28	Quality improvement corn 3272	Syngenta Crop Protection
29	Dourght Tolerant corn MON87460	Monsanto Far East Ltd.
30	Herbicide tolerant Soybean CV127	BASF
31	Insect resistant soybean MON87701	Monsanto Far East Ltd.
32	Insect resistant soybean MON87701 x MON89788	Monsanto Far East Ltd.
33	Herbicide resistant soybean A2704-12	BASF
34	Herbicide tolerant corn NK603	Monsanto Far East Ltd.
35	Insect resistant corn MON89034	Monsanto Far East Ltd.
36	Insect resistant corn MIR604	Syngenta Crop Protection
37	Herbicide resistant corn GA21	Syngenta Crop Protection
38	Herbicide tolerant soybean GTS40-3-2	Monsanto Far East Ltd.
39	Insect resistant corn 59122	Du Pont / Dow AgroSciences
40	Insect resistant corn TC1507	Du Pont / Dow AgroSciences
41	Insect resistant corn MON810	Monsanto Far East Ltd.
42	Insect resistant corn BT176	Syngenta Crop Protection
43	Insect resistant corn BT11	Syngenta Crop Protection
44	Herbicide resistant canola Topas 19/2	BASF

45	Hercibide resistant Canola Ms1Rf1	BASf
46	Hercibide resistant Canola Ms1Rf2	BASF
47	Hercibide tolerant Canola GT73	Monsanto Far East Ltd.
48	Insect resistant cotton 531	Monsanto Far East Ltd.
49	Herbicide tolerant cotton 1445	Monsanto Far East Ltd.
50	Hercibide tolerant Flex cotton MON 88913	Monsanto Far East Ltd.
51	Insect resistant and herbicide tolerant cotton GHB 119	BASF
52	Insect resistant and herbicide tolerant cotton T304-40	BASF
53	Insect resistant corn TC1507	Du Pont / Dow AgroSciences

Tabla 8. 1 Empresas con certificado de bioseguridad en China. Fuente: USDA

### Localización de la biotecnología agroalimentaria en China

Las actividades de investigación y desarrollo en la biotecnología verde se llevan a cabo en los Centro de I+D públicos, en las Academias de Ciencia de China (CAS), especialmente en las Academias de Ciencias de la Agricultura de China (CAAS). Esta academia es nacional y se encarga de llevar a cabo investigación básica y aplicada. Bajo esta institución se pueden encontrar numerosas academias provinciales y municipales como:

- Academia de Agricultura y Silvicultura de Pekín
- Academia de Agricultura de Shanghái
- Academia de Agricultura de Guangdong
- Academia de Agricultura de Sichuan
- Academia de Agricultura de Gansu
- Academia de Agricultura de Ninxia
- Academia de Agricultura de Shenzhen
- Academia de Agricultura de Anhui
- Academia de Agricultura de *Fujian*
- Academia de Agricultura de *Harbin*
- Academia de Agricultura de *Jiaxing*
- Academia de Agricultura de *Jilin*
- Academia de Agricultura de *Shandong*

Bajo cada una de las Academias de Ciencias de la Agricultura, tanto a nivel nacional, provincial y municipal, se encuentran numerosos institutos de investigación.

Uno de los mayores centros de investigación en materia de biotecnología verde es el Laboratorio Clave Estatal de la Academia de Ciencias de Ingeniería de Células Vegetales y Cromosomas de China (*The Chinese Academy of Science's State Key Laboratory of Plant Cell and Chromosome Engineering*). Se trata de un instituto de investigación de primer nivel que se centra en la investigación y diseño molecular de productos agrícolas como el trigo, el maíz, el arroz o la soja.

## Empresas privadas y estatales

Aunque la biotecnología verde no es uno de los sectores con más presencia en los parques industriales chinos, se encuentran empresas internacionales y nacionales de bastante relevancia. La principal empresa es *National Seed Group*, perteneciente a *Sinochem*:

- National Seed Group (Sinochem): es una empresa líder en la industrialización agrícola en China reconocida por numerosos Ministerios de Consejo. Se estableció sobre la base de la Oficina de Semillas del Ministerio de Agricultura en 1978 y en 2007 fue adquirida por *Sinochem*. En 2017 registró un volumen de negocio de 519.000 millones de yuanes (aproximadamente 67.000 millones de euros). Ha invertido en varias empresas nacionales como en *Sichuan Chuanzhong Seed*, afiliada al Instituto de Granos y Arroz de la Academia de agricultura de Sichuan; en *Guangdong Golden Rice Seed*, afiliada al Instituto del Arroz de Guangdong de la Academia de Agricultura de Guangdong y en *Hunan Dongting Hi-tech Seed*, afiliada al Instituto de Agricultura de Hunan. Además, son cofundadores junto con Monsanto de la *joint-venture China Seed International Seed Corp.* en la que cooperan en profundidad en sus negocios relativos al maíz. Además colaboran con otras empresas extranjeras y centros de investigación nacionales. Son activos en I+D, importación y exportación. Entre sus productos se encuentran el arroz, el maíz, el trigo, las flores, los vegetales, y las semillas oleaginosas. Entre sus logros en I+D se encuentra el chip genómico de 6k para el cultivo de arroz, del que solicitaron la patente en 2012.

Cabe mencionar una importante asociación internacional de empresas agroquímicas sin fines lucrativos llamada CropLife. Tiene presencia en más de 90 países, que cuenta con una delegación regional de la denominada CropLife Asia. Se dedican a temas relacionados con la protección de las cosechas, la biotecnología, el comercio internacional, regulación, propiedad intelectual, etc. China es uno de los países en los que tiene presencia CropLife. Las empresas que son miembro de CropLife con presencia en China son (38):

- BASF (China) Co., Ltd.
- Bayer Crop Science (China) Co., Ltd.
- Corteva Afriscience
- FMC
- Sumitomo Chemical (Shanghai) Co., Ltd.
- Sygenta (China) Investment Co., Ltd.
- Ishibara Industry Co., Ltd.
- Nian Nong (Shanghai) Trading Co., Ltd.
- Risoda Trading (Shanghai) Co., Ltd.
- Xing Pesticide Industry (China) Co., Ltd.
- UPL Corporation
- Adama Co., Ltd.

## 9. Biotecnología marina o azul

La biotecnología azul explora y utiliza la biodiversidad marina como fuente de nuevos recursos y productos para conseguir avances beneficiosos para la población. Se trata de un campo innovador de investigación en ciencia e ingeniería con una gran multitud de aplicaciones como la producción de alimentos, combustibles y materiales entre otros, y puede contribuir al crecimiento sostenible (39). Los avances en este tipo de biotecnología ya han aportado algunos casos de éxito en la industria de la salud, la restauración ambiental, o en la industria de alimentos. Las principales aplicaciones de la biotecnología marina son:

- Producción de nuevos compuestos bioactivos para uso farmacéutico
- Aplicaciones en la industria alimentaria
- Biocombustibles originados a partir de recursos marinos
- Ingredientes para la industria cosmética

China posee cerca de 18.000 kilómetros de costa y aproximadamente 3 millones de m<sup>2</sup> de mar bajo su jurisdicción. Esto hace que sea uno de los países con mayores recursos naturales marinos. La distribución geográfica de la industria marina está concentrada en las regiones costeras, en especial en la zona del Mar de Bohai, el Mar Amarillo, Delta del Río Pearl y Delta del Río Yangtze, que en su conjunto representan más del 90% de los ingresos totales de la industria.

La región de la costa del Mar Bohai, que incluye la provincia de Liaoning, el municipio de Tianjin y la provincia de Shandong, es el mayor proveedor de servicios de la industria marina de China. Se estima que Tianjin represente el 27,5% de los ingresos de la industria en 2019, seguido por Shandong, la provincia con la mayor industria de acuicultura de China, con un 13,1% de ingresos de la industria marina.

El gobierno provincial de Zhejiang aumentó la inversión de 1.370 millones de dólares para el desarrollo de ingeniería marina en 2017. Además, en junio de ese mismo año, la Comisión de Desarrollo y Reforma de la provincia de Fujian publicó el Plan de Ejecución de Proyectos Principales de Economía Marina, mediante la cual se aumentaba la inversión en proyectos de energías renovables de fuentes marinas.

China es uno de los mayores productores de especies algas marinas del mundo, posee el 58% de la producción de cultivo y el 28% algas salvajes del mundo. Además, ha realizado numerosos descubrimientos de reservas de petróleo en los últimos años. Según datos oficiales del Gobierno chino, el valor de la producción total de la economía marítima de China aumentó de 1 billón de RMB (cerca de 138 mil millones de EUR) a casi 8 billones (más de 1 billón de EUR) en 2017. A pesar de este alto crecimiento en los últimos años, los recursos marinos chinos en el campo biotecnológico están poco explotados y su aplicación sigue siendo ineficiente, aunque cada vez hay más avances en esta biotecnología (41).

En el 12º Plan Quinquenal (2011-2015), se incluyó por primera vez el desarrollo marítimo como uno de los campos de actuación. En 2011 el Gobierno aumentó los fondos para oceanografía especialmente para exploración, investigación y tecnologías de aguas profundas.

En el actual 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal (2016-2020), las autoridades chinas consideran la investigación en ciencias azules como un aspecto estratégico en el desarrollo de la ciencia y la tecnología del país. Se promueve el aprovechamiento de los recursos marinos, la mejora del entorno ecológico de la pesca y el suministro de alimentos de calidad de origen marino tanto en agua salada como en agua dulce. Además, tienen el objetivo de mejorar la protección del medio ambiente marino mediante la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, que incluyan el tratamiento avanzado de aguas residuales altamente eficientes, el tratamiento de micro contaminantes tóxicos en el agua. También se refleja la búsqueda de nuevas formas de energía y biocombustibles, las cuales se relacionan directamente con la biotecnología marina debido al desarrollo de biocombustibles producidos por micro algas.

En el actual plan quinquenal se sigue apoyando la participación de China en el Programa Internacional de Descubrimiento de los Océanos (IODP), de la cual China es miembro desde finales de 2013. Se trata de una colaboración internacional de investigación marina con el objetivo de realizar expediciones utilizando plataformas de investigación de los océanos. A través de este programa, las autoridades chinas tienen el objetivo de explorar y buscar reservas de petróleo y gas en el Mar de la China Meridional.

Además, con el plan *Made in China 2025*, el sector de la biotecnología azul también es impulsado e incentivado para desarrollar nuevas tecnologías de biofarmacia marina, Biocombustibles y nuevos materiales.

### **Producción de biocombustibles y reducción de la contaminación a través de microalgas**

La búsqueda de alternativas para reducir el impacto ambiental es cada vez más importante en China. En el programa de Protección del Medio Ambiente del 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, el Consejo de Estado chino sigue apoyando, como en el 12<sup>o</sup> Plan Quinquenal, los esfuerzos contra la contaminación y remarcan como un aspecto clave la mejora de los recursos del agua. Los biocombustibles procedentes de microalgas se encuentran en fase de desarrollo y demostración; la composición y la estructura de los lípidos de las algas permitirían que se utilizasen por un lado, para generar biocombustibles renovables sin tener un impacto negativo para el medio ambiente, y por otro, para reducir los gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) y las emisiones industriales mediante su absorción. En 2017, el uso de microalgas entró en una fase de prueba en las refinerías de Sinopec, la mayor compañía de petróleo y de gas de China, para limpiar y reducir las emisiones contaminantes, y producir biomasa de algas para generar biocombustibles renovables. La Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China, el Laboratorio Estatal Clave de Ecología de Agua Dulce y Biotecnología también apoyan iniciativas para la investigación y desarrollo de las microalgas como fuente de biocombustible (41)(42).

Las microalgas pueden proporcionar varios tipos de biocombustibles como el biogás, biodiesel o etanol. Aun no existe un desarrollo comercial de esta fuente de energía renovable debido a los altos costes y a la baja eficiencia. Sin embargo, China es un país que ha mostrado ser una gran promesa para el desarrollo de las biorrefinerías de algas a través de su gran abundancia y diversidad de microalgas. Según el Informe Anual de

la Pesca en China, la producción anual de algas marinas en 2016 superó los 2,1 millones de toneladas en peso seco, lo que representa casi el 50% de la producción mundial de algas marinas.

Las actividades de investigación y desarrollo en este ámbito se llevan a cabo principalmente por el Instituto de Hidrobiología de la Academia China de Ciencias bajo el marco de Programas Nacionales sobre Proyectos Claves de Investigación básica. Se trata de una de las mayores instituciones del mundo en materia de investigación de propiedades de las algas y sus aplicaciones. Sin embargo, la cooperación tecnológica internacional en esta materia es aún limitada. Se han publicado diversos estudios sobre la viabilidad del uso de microalgas en la producción de combustibles renovables y respetuosos con el medio ambiente. Por ejemplo, en 2014 el Instituto de Hidrobiología de la Academia China de Ciencias publicó un estudio sobre la eficiencia del uso de microalgas para reducir la contaminación marina mediante la eliminación del 60% de nitritos en el agua. Además, en el mismo proceso se podría generar lípidos de algas para la producción de biodiesel renovable.

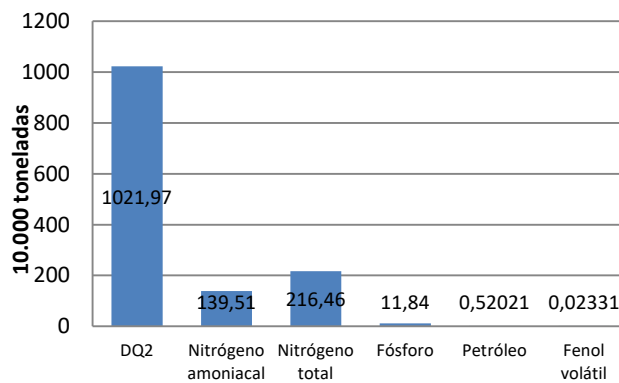


Figura 9. 1 Principales contaminantes de los vertidos de aguas residuales de China 2017. Fuente: Elaboración propia con datos del National Bureau of China.

China, Estados Unidos y Corea del Sur son los países con más patentes y publicaciones relacionadas con el uso de las microalgas para producir combustibles y reducir la contaminación. En España, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la Universidad de Valladolid, la Universidad de León han realizado publicaciones a nivel internacional en la misma materia (43).

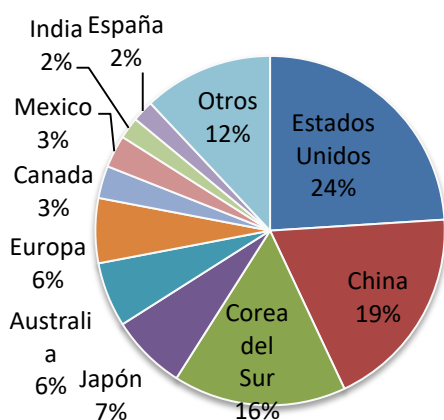


Figura 9. 1 Distribución de países por publicación de patentes sobre el uso de microalgas para la producción de energía 2006-2014. Fuente: China Journal of Biotechnology

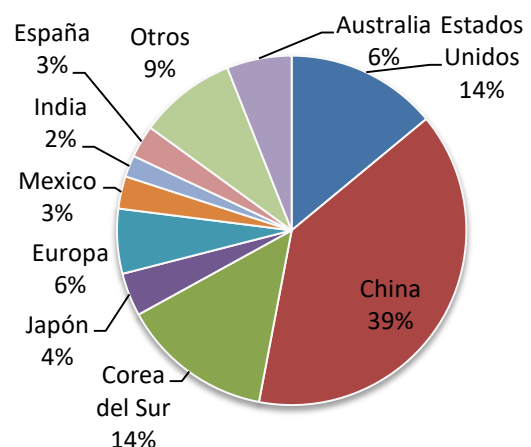


Figura 9. 2 Distribución de países por publicación de patentes sobre la reducción de la contaminación por microalgas 2006-2014. Fuente: China Journal of Biotechnology



En cuanto a las instituciones chinas, se muestran abajo los 10 centros de investigación más activas en la investigación de las aplicaciones de microalgas entre 2006-2014:

Nº	Centro de investigación	Nº de publicaciones	Nº de citaciones
1	Academia China de Ciencias	301	2783
2	Universidad del Océano de China	71	357
3	Universidad de la Academia China de Ciencias	67	302
4	Universidad de Zhejiang	49	476
5	Universidad de Tsinghua	46	917
6	Universidad de Jinan	43	198
7	Universidad de Tecnología de Sur de China	37	677
8	Universidad de Xiamen	34	234
9	Universidad de Hong Kong	27	677
10	Academia China de Ciencias de la Pesca	23	79

Tabla 9. 1 Ranking de instituciones de investigación chinas con más publicaciones en el desarrollo de microalgas 2006-2014. Fuente: *China Journal of Biotechnology*

### Biofarmacia marina

La biofarmacia marina está relacionada directamente con la biotecnología de la salud o roja, por lo que muchos aspectos de este apartado ya se han detallado en el capítulo 6. No obstante, se debe remarcar que el Gobierno chino apoya el desarrollo del sector de la biofarmacia debido a sus beneficios y aportaciones a la industria de la salud. Como se ha comentado en el apartado de la biotecnología de la salud, en China se tiene como objetivo mejorar el sistema de la salud en su país a través de los diferentes planes nacionales y programas. En este sentido, el desarrollo de fármacos de origen marino puede suponer un avance innovador para la industria biofarmacéutica en China. Se han llevado a cabo numerosos desarrollos de nuevos medicamentos a partir de recursos biológicos marinos, desde analgésicos, antibióticos, medicamentos contra el cáncer hasta cosméticos (44) (45).

Cabe destacar las actividades de las entidades y empresas chinas como Shanghai Green Valley Pharmaceutical Co., Ltd., la Universidad del Océano de China y el Instituto de Materia Medica de Shanghái de la Academia de Ciencias de China. Uno de los mayores desarrollos, cooperando conjuntamente, de estas tres entidades ha sido el primer fármaco (GV-971) para tratar la enfermedad del Alzheimer a partir de recursos de las algas pardas en julio de 2018, tras 21 años de investigación. Además, han formado un equipo de científicos chinos para buscar y desarrollar nuevos medicamentos con recursos marinos, estableciendo en 2017 unos fondos de más de 640 millones de euros para invertir en el desarrollo de biofarmacia marina. El objetivo de la formación de este equipo de científicos es desarrollar de 3 a 4 medicamentos marinos en ensayos clínicos en menos de 5 años, como el BG136 para el tratamiento del cáncer de colon.

## 10. Biotecnología medioambiental o gris

La biotecnología gris está relacionada con la utilización de organismos vivos, como bacterias y hongos, para mejorar medio ambiente mediante la eliminación de compuestos contaminantes. Se trata de técnicas innovadoras, también denominadas biorremediación, con el objetivo de controlar y reducir la contaminación principalmente en suelos (46).

### Biorremediación de suelos

El rápido desarrollo de la industrialización, la urbanización y la agricultura intensiva en China ha provocado que aumente la contaminación del suelo con sustancias tóxicas, como los metales pesados o los hidrocarburos, creando una amenaza para la seguridad de la producción agrícola, el medio ambiente y la salud de la población. Según la Encuesta Nacional de Contaminación del Suelo realizada por el Ministerio de Protección Ambiental y el Ministerio de Tierras y Recursos en 2014, más del 16% del suelo total en el país asiático está contaminado, de los cuales el 1,1% se encuentra en situación grave. Esta contaminación es mayor en el sur de China, especialmente en el área del delta del río Yangtze, el delta del Río Pearl, y la antigua base industrial en el noroeste, con una concentración de sustancias tóxicas de metales pesados como el cadmio, mercurio, arsénico y plomo entre otros. Adicionalmente, el Centro de Reforma Agraria del Ministerio de Tierras y Recursos publicó en 2015 el “Libro Azul de la Reforma Agraria” para el desarrollo de mejoras de la tierra en China. En dicho estudio señala que de los 133 millones de hectáreas de tierras agrícolas existentes en China, cerca del 20% no es apta para el cultivo debido a la contaminación del suelo. Remarca además, la urgencia de iniciar un programa de remediación de suelos pero afrontar el problema (47) (48).

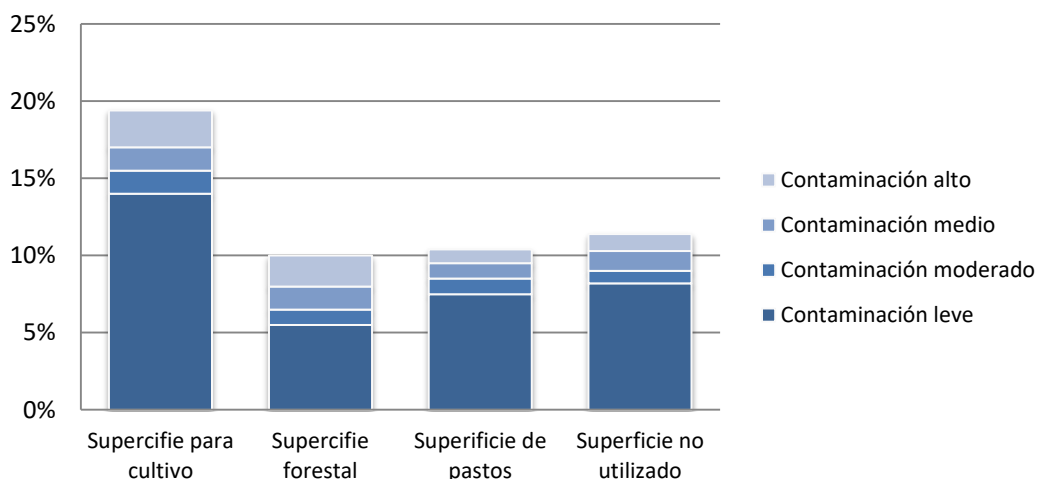


Figura 10. 1 Proporción de superficie contaminada en China. Fuente: *Environmental Science & Technology 2016*

Frente a estos alarmantes resultados, el gobierno chino decidió tomar medidas para afrontar el problema de la contaminación del suelo. A mediados de 2016, el Consejo de Estado puso en marcha una campaña nacional a través de un plan de acción sobre la prevención y control de la contaminación del suelo, en la cual se fijaban dos plazos con dos objetivos:

- El primer plazo consiste en estabilizar la calidad del suelo para garantizar que el 90% de los terrenos agrícolas e industriales contaminados puedan ser usados de forma segura en 2020.
- El objetivo del segundo plazo es la mejora en la calidad del suelo para que el 95% de todos los suelos contaminados se pueda usar de forma segura en 2030.

Este plan de acción indica el compromiso que tiene China para frenar la contaminación de los suelos. Sin embargo, debido a la falta de control y supervisión, la insuficiencia de fondos establecidos y la falta de tecnología hacen que los logros de estos objetivos y plazos sean difíciles.

El control y la rehabilitación de la contaminación del suelo en China a través de la biotecnología se encuentran en fase piloto de demostración. El Ministerio de Protección del Medio Ambiente eligió 10 provincias para iniciar un proyecto piloto de control de la contaminación del suelo y la remediación en 2015. Un año más tarde, el número de provincias con proyectos pilotos de remediación de suelos se expandió a 17 provincias, entre ellas con un total de 142 proyectos. A pesar de este crecimiento del número de proyectos, el 43,75% son pequeños proyectos de remediación que sólo alcanzan los 50 millones de RMB de inversión (6,5 millones de EUR), mientras Los proyectos de gran tamaño, superior a 200 millones de RMB (26 millones de EUR) representan el 18,75%.

El mercado de la remediación de suelos está todavía en una fase de desarrollo y la tendencia es creciente. El tamaño de mercado y el número de empresas mantienen un crecimiento simultáneo. El número de contratos firmados para proyectos de remediación del suelo aumento un 67% de 2014 a 2015, y según la Red de Información Industrial de China, se estima que el mercado doméstico de remediación de suelos crezca a 685.600 millones RMB (89.000 millones de EUR).

Dado el potencial desarrollo del mercado de la remediación de suelos para los próximos años y las políticas preferencias de las autoridades chinas a través de programas de financiación y subvenciones, cada vez existen más empresas que invierten en el sector. En mayo 2017, había más de 2.600 empresas dedicadas a la restauración del suelo, convirtiéndolo en uno de los sectores más atractivos en la industria de la protección del medio ambiente.

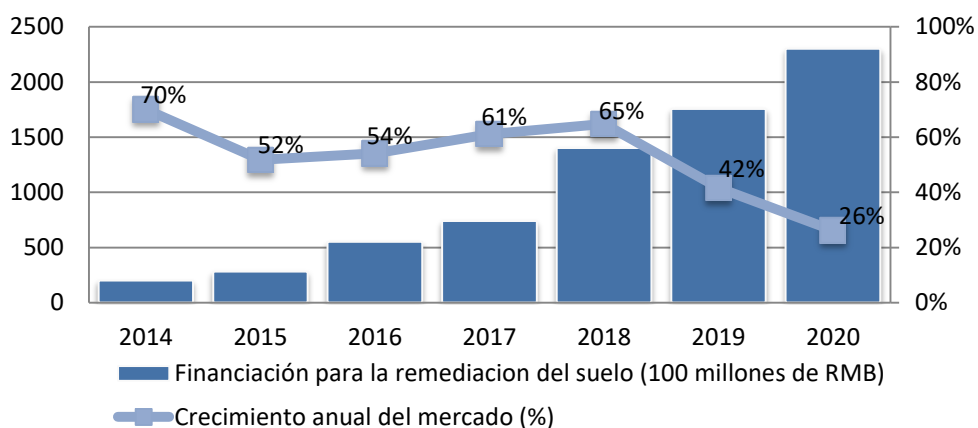


Figura 10. 2 Estimación del mercado de remediación de suelos 2014-2020. Fuente: *Financing Institute for Soil Remediation in China*

El 31 de agosto de 2018 se aprobó una nueva Ley de Prevención y Control de la Contaminación del Suelo por el Comité Permanente de la Asamblea Popular Nacional (CPCNP), el máximo órgano legislativo del país. Esta ley crea un sistema de responsabilidad integral para prevenir y limpiar la contaminación del suelo. El consejo de Estado establecerá normas nacionales para el control del riesgo de contaminación en función de los riesgos para la salud pública, el estado de la contaminación del suelo y los riesgos ecológicos. Los gobiernos locales podrán desarrollar sus propios estándares, siempre que sean más estrictos que los establecidos por el Consejo (49).

La ley se enfoca especialmente en la tierra utilizada para proyectos de construcción y agricultura. La protección de las tierras agrícolas es la mayor preocupación para el país asiático debido a varios incidentes de seguridad alimentaria. Esta ley tiene el objetivo de aumentar la vigilancia de la contaminación del suelo y de las empresas que contaminan. El Ministerio de Medio Ambiente y Ecología (MMAE) es la principal autoridad para supervisar el control de la contaminación y la restauración de las áreas ya contaminadas. Los Ministerios de Recursos Naturales y Asuntos Agrícolas y Rurales ayudarán a crear un sistema de monitoreo del suelo, establecer una plataforma de información ambiental e incluir la prevención y el control de la contaminación del suelo en sus planes de desarrollo.

Se propone mediante la ley un sistema nacional de monitoreo de suelos que consiste en una red de estaciones para identificar ubicaciones con sustancias nocivas y tóxicas en el suelo. Los datos y la información recopilada por esta red se compartirán con las autoridades en diversos sectores ambientales, agrícola, recursos naturales, vivienda, recursos hídricos, salud, silvicultura y pastizales. Las empresas deben mantener su propio sistema de control de la contaminación del suelo. Además, las empresas en ciertas industrias especialmente contaminantes deben esperar una supervisión mucho más estricta como el nuevo requisito de las autoridades que les exigirán que realicen investigaciones en profundidad de la contaminación del suelo cuando haya un cambio o transferencia de uso de la tierra.

Con el creciente énfasis que el gobierno chino ha puesto en el cuidado del medio ambiente, surgen numerosas oportunidades para las empresas nacionales y extranjeras dedicadas a las tecnologías verdes y servicios medioambientales como la biorremediación de suelos.

Se debe destacar la Academia de Investigación China de Ciencias Ambientales (CRAES): fue establecida a finales de 1978 y se trata de la mayor institución nacional de investigación sin ánimo de lucro afiliada al Ministerio de Protección Ambiental de China. Tiene su base en Pekín y lleva a cabo investigaciones científicas básicas sobre protección ambiental acorde a la estrategia nacional de desarrollo sostenible. Actualmente, CRAES participa en 700 proyectos de investigación con una financiación anual de 55 millones de EUR y ha establecido asociaciones de cooperación con instituciones nacionales de la UE, EEUU, Canadá, Australia, entre otros países (50).

## 11. Cooperación internacional en biotecnología

La cooperación tecnológica internacional ha ido en aumento durante los últimos años en China, especialmente con los países y regiones más desarrolladas como Estados Unidos y Europa, con el objetivo de mejorar la calidad y eficiencia de sus actividades en I+D. La biotecnología, sector aún joven pero de especial interés en China debido a los beneficios que puede aportar a la sociedad, es uno de los campos que el país asiático desea aumentar la cooperación internacional. Esta cooperación se lleva a cabo a través de agencias gubernamentales, fundaciones privadas, instituciones educativas y entidades comerciales. La cooperación internacional en biotecnología depende principalmente del Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST), de la Academia de Ciencias China (CAS), Ministerio de Agricultura y Asuntos Rurales (MOA) y la Fundación Nacional de Ciencias Naturales (NSFC) y el Ministerio de la Salud (MOH).

### Cooperación España-China

Desde 2005 las empresas tecnológicas españolas y chinas pueden realizar proyectos conjuntos en investigación y desarrollo a través del programa bilateral CHINEKA establecido por CDTI y TORCH (homólogo chino de CDTI). Se trata de un programa que apoya el desarrollo conjunto de proyectos de innovación tecnológica. Los plazos de presentación de proyecto está abierto durante todo el año y no hay límite de temática tecnológica. Por lo que, los proyectos en el sector de la biotecnología entre España y China pueden cooperar bajo el programa CHINEKA y recibir respaldo institucional y apoyo financiero. Además se negociando un nuevo Memorándum de Entendimiento (MOU) que permitirá lanzar convocatorias conjuntas en sectores de especial interés, entre los que está previsto incluir la biotecnología.

### Cooperación EU-China

Desde 1998 se ha establecido un Acuerdo de Cooperación Científica y Tecnológica entre la UE y China, y en 2012 se firmó una declaración conjunta para establecer un Diálogo de Cooperación para la Innovación de Alto Nivel. A través de este dialogo, que tuvo lugar por primera vez en 2013, ambas partes acordaron trabajar para mejorar el entendimiento mutuo de sus respectivos sistemas y políticas de innovación, promover políticas efectivas de innovación y medidas de apoyo, y abordar las condiciones marco para la innovación. Durante la celebración del 2º Diálogo de Cooperación para la Innovación en 2015, se acordó por primera vez el Mecanismo de Cofinanciación entre la UE y China. Se trata de una iniciativa conjunta lanzada por la UE y el Gobierno Chino para apoyar proyectos conjuntos de investigación e innovación entre las universidades, instituciones de investigación y empresas, tanto chinas como europeas, en áreas estratégicas de interés común bajo el marco de Horizonte 2020. Debido al éxito de la primera ronda de llamadas, durante el 3er Diálogo de Cooperación de Innovación UE-China, se acordó ampliar el Mecanismo de Cofinanciación entre la UE y China para el Programa de Trabajo de 2018-2020 de Horizonte 2020. A través de este mecanismo de cofinanciación, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de China otorgará financiación a las entidades chinas participantes en los proyectos de investigación e innovación de

H2020 bajo los Programas Nacionales Claves en Investigación y Desarrollo (National Key R&D Programmes NKPs). Dentro del Programa Marco de Investigación e Innovación de la UE, Horizonte 2020, y bajo el Mecanismo de Cofinanciación entre China y UE, se ofrece diversas oportunidades para que los investigadores europeos y chinos colaboren en una amplia rama de disciplinas científicas, creen y fortalezcan las asociaciones de ambas partes en una serie de específicas áreas de interés común y beneficio mutuo. En este sentido, una de las principales iniciativas es el Programa Alimentación, Agricultura y Biotecnologías (FAB, por sus siglas en inglés), lanzada en 2015 y actualmente renovado para el periodo 2018-2020 con unos fondos de 200 millones de RMB por parte de MOST en China, y 100 millones de EUR por parte de la Comisión Europea. El programa de trabajo de esta iniciativa está enfocado a las siguientes áreas:

- Control de la seguridad alimentaria de la industria agroalimentaria
- Gestión eficiente de la calidad de suelo y los recursos geológicos
- Fertilizantes orgánicos de alta calidad a base de biogás
- Saneamiento de tierras para la producción de alimentos sanos

Está previsto que este mecanismo de cofinanciación se siga aplicando en Horizonte Europa. La delegación de la UE en Beijing tiene un papel importante en la promoción del diálogo sobre investigación e innovación entre las embajadas de los países miembros de la UE en China, la sensibilización sobre las políticas y programas de la UE, y el apoyo a la coordinación y el desarrollo de actividades en relación a China. También cabe mencionar el Centro para el Intercambio en Ciencia y Tecnología de China (CSTEC), ya que se trata del organismo encargado de las relaciones internacionales en Ciencia y Tecnología y es el Punto Nacional de Contacto (NCP) para Horizonte 2020.

### **Asociaciones de investigación y colaboraciones con universidades**

Las asociaciones entre la industria y el mundo académico son cada vez más frecuentes. Como parte de esta tendencia, las empresas chinas se asocian con universidades extranjeras con el objetivo de crear sinergias. Por ejemplo, la asociación de desarrollo y fabricación de *WuXi App Tec* en 2015 participaron en el Programa de Terapia Génica de la Universidad de Pennsylvania para desarrollar vectores virales con el objetivo de ofrecer terapias génicas. Esta asociación proporcionó a los investigadores de Pennsylvania nuevas capacidades de fabricación, mientras de WuXi pudo aprovechar la experiencia de los investigadores en la producción de vectores virales. Las universidades chinas también están participando en asociaciones con empresas extranjeras, por ejemplo, el Instituto *iHuman* de la Universidad Tecnológica de Shanghái y el Instituto de Materia Medica de Shanghái participaron en el Consorcio GPCR. Se trata de una colaboración de investigación de código abierto con fabricantes médicos como Amgen, Sanofi u ONO. En este caso, los miembros del consorcio tienen acceso a las especificaciones estructurales de las proteínas, reactivos, etc., mientras que los investigadores tienen acceso a los compuestos y a los datos de los socios industriales.

## 12. Protección de la propiedad intelectual en China

El gobierno chino ha dedicado recursos durante los últimos años para mejorar el sistema de protección de la propiedad intelectual y así, aumentar las actividades de innovación y desarrollo en el país asiático. La primera recomendación antes de desarrollar actividades de I+D en China es consultar con agentes expertos en protección de la propiedad intelectual en el país. En este apartado sólo se pretende dar una visión general de aspectos a tener en cuenta en relación a la protección de la propiedad intelectual en China. Es importante remarcar que los derechos de propiedad intelectual son territoriales, es decir, solo son válidos en los países donde están registrados. A mediados de 2018, el Congreso Nacional del Pueblo aprobó la Administración Nacional de la Propiedad Intelectual de China (CNIPA), anteriormente se denominaba Oficina Estatal de Propiedad intelectual (SIPO), con el objetivo de simplificar la regulación, fortalecer y mejorar la supervisión del mercado. Se puede clasificar el sistema de protección propiedad intelectual chino en patentes, derechos de marcas, derechos de autor y secretos comerciales.

Como la biotecnología tiene diversas aplicaciones, hay que tener en cuenta los aspectos concretos de la naturaleza del sector, que pueden ser desde el sector de la salud al sector industrial. Las patentes en biotecnología siguen los mismos procesos que las demás patentes, incluyendo una descripción del invento y las ventajas frente a lo ya conocido anteriormente. Estas patentes suelen referirse a productos, usos y métodos de producción. Lo que caracteriza a una patente biotecnológica es el Código de Clasificación Internacional de Patentes que le corresponde según el Arreglo de Estrasburgo, la cual China está adherida desde 1996.

### Patentes en China

Una patente otorga un derecho legal a los titulares de patentes para sus creaciones, invenciones, modelos de utilidad y diseños. Según la Ley de Patentes de China, las invenciones y los modelos de utilidad deben ser novedosos, creativos y de uso práctico para obtener una patente. Además, la administración otorgará una patente a diseños que sean distintivos y que no entren en conflicto con los existentes.

La CNIPA es la encargada de otorgar las patentes. Los derechos de patentes se otorgan al primer solicitante si hubiera dos o más solicitantes y una vez que se otorga, ninguna entidad o individuo puede explotar la patente sin el permiso del titular. China no tiene procedimiento de oposición de patente, pero cualquier entidad puede impugnar su validez presentado una solicitud de invalidación con pruebas suficientes a la Junta de Revisión de Patentes.

La solicitud de patente puede ser presentada de forma electrónica o presencialmente y tiene un periodo medio de aprobación de 3 a 5 años para las patentes de invención, mientras que las solicitudes para las patentes para los modelos de utilidad y de diseño suelen demorarse 1 año. Por otro lado, la patente para invenciones es válida durante 20 años y para los modelos de utilidad y diseño es de 10 años.

## Derechos de autor en China

Los organismos competentes sobre el registro de los derechos de autor en China corresponden al Centro de Protección de Derechos de Autor de China (CPCC). La Ley de Derechos de Autor establece que China protege el uso de los trabajos literarios, artísticos y científicos frente a terceros. La legislación de derechos de autor en China está adherida a la Convención de Berna de 1992, este regula que, automáticamente, cualquier trabajo originado en un país miembro que no hubiera pasado al dominio público queda protegido en China.

Los derechos de autor están protegidos durante la vida del autor y los 50 años posteriores a su fallecimiento a favor de sus herederos. En el supuesto de creación intelectual en el marco de un contrato laboral, el derecho de autor corresponde, en la mayoría de los casos, al autor. Por tanto, las empresas deben firmar un acuerdo de licencia con el autor contratado.

## Derechos de marcas en China

El sistema de protección de marcas está regulado por la Administración del Estado para la Industria y el Comercio (SAIC), según la última actualización de la Ley de Marcas china de mayo de 2014. En esta actualización, se incluyó sonidos y similares como objetivo de registro. Asimismo, son elementos registrables las palabras, letras, caracteres, diseños de *packaging*, números, símbolos tridimensionales y combinaciones de colores.

Al igual que en el procedimiento de registro para los derechos de patente, la propiedad de una marca comercial se determina en base al primer solicitante, en caso de que hubiera dos o más solicitantes. Según el Artículo 18 de la Ley de Marcas, las empresas extranjeras deben designar agencias de marcas chinas para el registro de su marca en el país asiático. El procedimiento de registro se puede representar en los siguientes puntos:

- Comprobar si la marca ya está registrada en China
- Presentar un formulario de solicitud y otros documentos relevantes a SAIC
- Aceptación de la solicitud por parte de SAIC
- SAIC realiza un examen preliminar dentro de los 9 meses posteriores a la fecha de presentación
- SAIC publica y registra la marca

El procedimiento de registro de marca en China generalmente tarda entre 14 y 18 meses. El registro es válido por 10 años y la renovación debe presentarse dentro de los 12 meses anteriores a la fecha de vencimiento. Esta renovación puede solicitarse de forma indefinida, siempre y cuando se continúe utilizando. En caso de no utilizar la marca durante 3 años, esta puede ser dada de baja en el Registro por la autoridades, por lo que se recomienda que se guarde documentos, catálogos, folletos,... que demuestren que la marca sigue en uso (51).



## 13. Oportunidades y recomendaciones para las empresas españolas

La industria global de la biotecnología está creciendo con rapidez, el tamaño total del mercado mundial se estimó en 370.000 millones de dólares en 2016 y se pronostica que supere los 700.000 millones de dólares para 2025. Dentro de este crecimiento global, China está trabajando para convertirse en uno de los principales protagonistas del sector.

En China predomina la biotecnología de la salud y medioambiental debido a los objetivos de crecimiento sostenible del gobierno y a las necesidades médicas a las que el país asiático se enfrenta, especialmente en el tratamiento del cáncer, neurología y diabetes, y una población que envejece rápidamente. Además, los últimos cambios regulatorios, comentados en el capítulo 6, harán que tanto los medicamentos importados como los desarrollos en biofarmacia lleguen de manera de rápida a China. Por otro lado, la biotecnología agroalimentaria también tiene un gran incentivo a la innovación debido a los esfuerzos del gobierno para aumentar la seguridad alimentaria.

El impulso de la innovación proviene de los niveles más altos del gobierno, y la industria de la biotecnología ha recibido una atención especial en los últimos tres planes quinquenales. El último plan, el 13<sup>er</sup> Plan Quinquenal, establece que el sector de la biotecnología en China debería superar el 4% del PIB para 2020.

### Recomendaciones generales

1. Consultar las **herramientas de financiación de apoyo a la internacionalización** en China: existen diferentes modalidades de financiación a la hora de desarrollar actividades de internacionalización en China. Recurrir a los organismos públicos especializados, como **CDTI**, es de gran ayuda a la hora de planificar la estrategia en China y tiene un delegado permanente en el país asiático.
2. **Consultar las leyes y regulaciones**, recurriendo a despachos de abogados expertos en la materia si fuera necesario, del sector en el que se va a desarrollar la actividad: actualmente, debido a las numerosas reformas que se realizan las regulaciones y legislaciones cambian con mucha frecuencia.
3. **Conocer las regulaciones al respecto de la intervención de empresas extranjeras** en el sector de interés. En China, es habitual que haya sectores industriales fuertemente regulados, en especial con respecto a la intervención extranjera o a la intervención de empresas privadas. Dichas regulaciones las establece el Gobierno y varían en función de los objetivos de los diferentes periodos de su planificación económica, industrial o social. En este sentido, es aconsejable consultar la lista negativa de inversiones de 2018, que indica qué industrias están restringidas o necesitan aprobación del MOFCOM para su realización.
4. Tener en cuenta **los sectores apoyados por el Gobierno**: el hecho de que existan sectores fuertemente regulados puede ser una gran ventaja. Los sectores que el

Gobierno considera de especial relevancia suelen disfrutar de incentivos fiscales y otro tipo de ventajas como mayor autonomía en las actividades. Tanto si es la empresa española la que los puede disfrutar, como si es el socio chino, estas medidas crean entornos muy favorables para la innovación. Es de especial importancia, prestar atención a los sectores en los que China tiene carencias tecnológicas ya que serán los de más fácil acceso para empresas extranjeras.

5. **Aprovechar las ventajas de los clústeres:** los clústeres simplifican el proceso de introducción en el país al ofrecer multitud de recursos específicos para un sector: identificación de socios, logística, servicios específicos requeridos por el sector, etc.

6. **Valorar la zona geográfica más interesante** para la estrategia empresarial: aunque el este del país sea la región más desarrollada económica e industrialmente, es muy interesante conocer las nuevas oportunidades que ofrecen las ciudades emergentes del centro y oeste del país. Entre los objetivos actuales del Gobierno se encuentra el desarrollar las zonas rurales y reducir así la diferencia que existe entre la zona este del país y el centro-oeste.

7. **Proteger la propiedad intelectual:** como se ha comentado, se aconseja recurrir a especialistas en protección intelectual en China antes de desarrollar actividades de innovación o confiar información a un socio. Es importante tener en cuenta la protección legal pero también, tomar medidas de precaución como elegir un socio de confianza, gestionar convenientemente el acceso a la información en el día a día y formar a la plantilla en protección de la propiedad intelectual. A este respecto, la UE ha creado una oficina llamada China IPR SME Helpdesk, que ofrece servicios gratuitos a PYMEs europeas en materia de propiedad intelectual.

## Eventos de interés

### - **China International BioPharma and Biotechnology Exhibition:**

Se trata de una exposición internacional centrado en los campos de ingeniería genética, ingeniería celular, ingeniería microbiana e instrumentos biológicos para profesionales del sector de la biotecnología, compañías farmacéuticas e institutos de investigación. La próxima edición tendrá lugar del 18 al 20 de septiembre de 2019 en Taizhu.

Página web: <http://www.cajc-china.com/>

### - **Guangzhou International Biotechnology Expo (BTE)**

La Exposición Internacional de Bio-Tecnología de Guangzhou es organizada conjuntamente por 7 asociaciones de la industria de la biotecnología en China y está centrado en los medicamentos con anticuerpos, inmunoterapia celular, biosimilares y construcción de laboratorios. Es un evento que crece cada año contando con más de 20.000 m<sup>2</sup> de superficie y más de 200 expositores de la industria. La próxima edición tendrá lugar del 30 de agosto al 01 de septiembre de 2019 en Guangzhou.

Página web: <http://www.bteexpo.com/en/col.jsp?id=246>

- **Analytica China 2020**

Esta conferencia de ámbito internacional sobre la industria de la investigación en laboratorios reunió a más de 30.852 visitantes de 67 diferentes países en su última edición. La conferencia se segmenta en 6 diferentes exposiciones interrelacionadas. Los tópicos que más pueden interesar para la industria biotecnológica son: ciencias de la vida, biotecnología y seguridad alimentaria. La próxima edición tendrá lugar del 16 al 18 de noviembre de 2020 en Shanghái

Página web: <https://www.analyticachina.com/index.html>

- **Shenzhen International Biotech and Healthcare Summit and Exposition**

La Exposición Internacional de Biotecnología y Salud de Shenzhen reúne cada año a profesionales internacionales de la industria de la biotecnología y la salud desde 2012. En la última edición expusieron más de 250 empresas y entidades atrayendo a más de 30.000 visitantes del sector. La próxima edición tendrá lugar del 11-13 septiembre de 2019 en Shenzhen

Página web: <http://www.biotech-expo.com/index>

- **China (Guangzhou) International Environmental Protection Industry Expo(CPIEE)**

La Exposición Internacional de la Industria de Protección Ambiental de China (Guangzhou) cuenta con gran respaldo del gobierno y atrae cada año a más de 3.000 expositores de más de 40 diferentes países. La próxima edición será del 20 al 22 de mayo de 2020 y tratará las siguientes temáticas tecnológicas: gestión ambiental del agua, control de la contaminación del aire, tratamiento y reciclaje de residuos sólidos, remediación de suelos, tecnología y equipo de monitoreo ambiental, control de ruido y vibración y ahorro de energía.

Página web: <https://www.cantonfair.net/event/540-china-guangzhou-international-environmental-protection-industry-environmental-equipment-expo>

## 14. Bibliografía

- (1) Directorate, O. **OECD Glossary of Statistical Terms - Biotechnology, single definition Definition.** [online] Stats.oecd.org. Available at: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=219>
- (2) Puentes Digitales. (2018). **Todo lo que te gustaría saber sobre la biotecnología.** [En línea] Disponible en: <https://puentesdigitales.com/2018/08/31/todo-lo-que-te-gustaria-saber-sobre-la-biotecnologia/>
- (3) Yanfei Li, T. (2018). **Understanding China's Technological Rise.** [En línea] The Diplomat. Disponible en: <https://thediplomat.com/2018/08/understanding-chinas-technological-rise/>
- (4) Data.worldbank.org. (2018). **Research and development expenditure (% of GDP) | Data.** [online] Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=CN&view=chart>
- (5) Most.gov.cn. **Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China.** [online] Available at: <http://www.most.gov.cn/eng/organization/index.htm>
- (6) Most.gov.cn. **Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China.** [online] Available at: [http://www.most.gov.cn/eng/cooperation/200610/t20061008\\_36195.htm](http://www.most.gov.cn/eng/cooperation/200610/t20061008_36195.htm)
- (7) Cncbd.org.cn. (2019). **About CNCBD.** [En línea] Disponible en: <http://www.cncbd.org.cn/English/>
- (8) Cas.cn. (2019). **Introduction---Chinese Academy of Sciences.** [En línea] Disponible en: [http://english.cas.cn/about\\_us/introduction/201501/t20150114\\_135284.shtml](http://english.cas.cn/about_us/introduction/201501/t20150114_135284.shtml)
- (9) Chen, Jianxun y Shi, Huici. **High-tech industries in China.** s.l. : Edward Elgar Publishing, 2005.
- (10) Advance EU Access to Financial Incentives for Innovation in China. (2016). **Comparison of the 12th Five-year Plan for S&T Development, and the 13th Five-year Plan for S&T Innovation.** [online] Available at: <http://chinainnovationfunding.eu/wp-content/uploads/2018/10/Comparison-of-the-12th-and-13th-Five-year-Plan-for-Science-Technology-and-Innovation.pdf>
- (11) Briefing, C. (2015). **Tax Incentives for High-tech Companies in China - China Briefing News.** [online] China Briefing News. Available at: <https://www.china-briefing.com/news/tax-incentives-for-high-tech-companies-in-china/>
- (12) 13th Five-year Plan for ST Innovation. English Version. (2016). **Chapter 4 Implement Major Scientific and Technological Projects Concerning the Overall and Long-Term Development of China.**
- (13) Perez, A. (2018). **THE ASIAN DOOR: Healthy China 2030 y la IA, una pareja de éxito.** [En línea] Enfold. Disponible en: <http://4asia.es/2018/05/08/the-asian-door-healthy-china-2030-y-la-ia-una-pareja-de-exito>
- (14) Checkup, C. (2019). **List of China High-Tech Zones.** [En línea] China Checkup. Disponible en: <https://www.chinacheckup.com/blogs/articles/china-high-tech-zones>
- (15) Joannie Lortet-Tieulent, R. **Expansion of cancer registration in China.** [online] PubMed Central (PMC). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4202460/>

- (16) Li, L. and Fu, H. (2017). **China's health care system reform: Progress and prospects.** The International Journal of Health Planning and Management
- (17) China's biotech revolution. (2018). **Shifting Asia.** [online] Available at:  
<https://www.ubs.com/content/dam/ubs/microsites/wealth-planning-tomorrow-hk/shifting-asia-en-china-biotech-revolution.pdf?campID=SOME-HKCDO2017-HK-ENG-NEWSFEED-FACEBOOK---LEADGENERATIONAD-DEMOP40-65LUXURYPROPERTYBIOTECHENG-LUXURYPROPERTYBIOTECHENG-PAID>
- (18) Uscc.gov. (2019). **China's Biotechnology Development: The Role of US and Other Foreign Engagement.** [En línea] Disponible en:  
<https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/US-China%20Biotech%20Report.pdf>
- (19) Zjpark.com. (n.d.). **Zhangjiang Group.** [En línea] Disponible en:  
<https://www.zjpark.com/en/>
- (20) Chinadaily.com.cn. (2019). **A tour of Zhongguancun Science Park.** [En línea] Disponible en: [http://www.chinadaily.com.cn/m/beijing/zhongguancun/2019-02/14/content\\_37436701.htm](http://www.chinadaily.com.cn/m/beijing/zhongguancun/2019-02/14/content_37436701.htm)
- (21) En.biobay.com.cn. (2016). **Biobay: innovation comes home.** [En línea] Disponible en: <http://en.biobay.com.cn/upLoad/product/BioBAYxuchuance.pdf>
- (22) Puentes Digitales. (2018). **Todo lo que te gustaría saber sobre la biotecnología.** [En línea] Disponible en: <https://puentesdigitales.com/2018/08/31/todo-lo-que-te-gustaria-saber-sobre-la-biotecnologia/>
- (23) Uscc.gov. (2019). **China's Biotechnology Development: The Role of US and Other Foreign Engagement.** [En línea] Disponible en:  
<https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/US-China%20Biotech%20Report.pdf>
- (24) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018.** Pág. 2 [En línea] Disponible en: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (25) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018.** Pág. 12 [En línea] Disponible en: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (26) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018.** Pág. 14 [En línea] Disponible en: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (27) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018.** Pág. 21 [En línea] Disponible en: [https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (28) Gcis.com.cn. (2019). **Biodegradable Plastics Market in China - Ready to Take the Next Step? - GCIS China Strategic Research.** [En línea] Disponible en:  
<http://www.gcis.com.cn/china-insights-en/industry-articles-en/225-biodegradable-plastics-market-in-china-ready-to-take-the-next-step>
- (29) Barrett, V. (2019). **China Goes Bioplastics.** [En línea] Bioplastics News. Disponible en: <https://bioplasticsnews.com/2019/04/06/china-goes-bioplastics>

- (30) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018**. Pág. 27 [En línea] Disponible en:  
[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (31) Flores Pérez, I. (2018). **Ficha Sector: Agroquímicos en China**. ICEX, Ofecomes Shanghai.
- (32) Gain.fas.usda.gov. (2018). **China Biofuels Annual 2018**. Pág. 27 [En línea] Disponible en:  
[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_7-25-2018.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_7-25-2018.pdf)
- (33) Isaaa.org. (2019). **GM Crop Events approved in China | GM Approval Database - ISAAA.org**. [En línea] Disponible en:  
<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/approvedeventsin/default.asp?CountryID=CN&Country=China>
- (34) Uscc.gov. (2019). **China's Biotechnology Development: The Role of US and Other Foreign Engagement**. Pág. 31 [En línea] Disponible en:  
<https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/US-China%20Biotech%20Report.pdf>
- (35) Gain.fas.usda.gov. (2019). **Agricultural Biotechnology Annual: Regulatory Process Getting More Unpredictable, Additional Requirements on Trials and Data for Approvals**. [En línea] Disponible en:  
[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_2-22-2019.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Agricultural%20Biotechnology%20Annual_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_2-22-2019.pdf)
- (36) Uscc.gov. (2019). **China's Biotechnology Development: The Role of US and Other Foreign Engagement**. Pág. 32 [En línea] Disponible en:  
<https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/US-China%20Biotech%20Report.pdf>
- (37) Gain.fas.usda.gov. (2018). **2018 Agricultural Biotechnology Annual**. [En línea] Disponible en:  
[https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/2018%20Agricultural%20Biotechnology%20Annual%20-%20Table%20of%20Approved%20Traits\\_Beijing\\_China%20-%20Peoples%20Republic%20of\\_3-21-2019.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/2018%20Agricultural%20Biotechnology%20Annual%20-%20Table%20of%20Approved%20Traits_Beijing_China%20-%20Peoples%20Republic%20of_3-21-2019.pdf)
- (38) CropLife Asia. (n.d.). **CropLife Asia**. [En línea] Disponible en:  
<http://www.croplifeasia.org/>
- (39) Oecd.org. **Marine Biotechnology at the OECD - OECD**. [online] Available at:  
<https://www.oecd.org/health/biotech/marinebiotechnologyattheoecd.htm>
- (40) Zhang, Y. (2018). **Seaweed Industry in China. Innovation Norway China**. [En línea] Algenett.no. Disponible en:  
[https://algenett.no/sites/a/algenett.no/files/seaweed\\_china\\_2018.pdf](https://algenett.no/sites/a/algenett.no/files/seaweed_china_2018.pdf)
- (41) English.ihb.cas.cn. (2017). **Scientists Say Tiny Algae Eat Pollutants**----Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. [En línea] Disponible en:  
[http://english.ihb.cas.cn/rh/rps/201712/t20171227\\_188283.html](http://english.ihb.cas.cn/rh/rps/201712/t20171227_188283.html)
- (42) English.ihb.cas.cn. (2017). **Researchers Approve Feasibility of Algal Biofuel Production Coupled Bioremediation of Biomass Power Plant Wastes Based on Chlorella Cultivation**----Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. [En línea] Disponible en: [http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201712/t20171213\\_187832.html](http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201712/t20171213_187832.html)

- (43) Yang, X., Wu, Y., Yan, J., Song, H., Fan, J. and Li, Y. (2015). **Trends of microalgal biotechnology: a view from bibliometrics**. Chinese Journal of Biotechnology.
- (44) Fernández García, A. (2009). **La Farmacia Marina**. [En línea] Revista60ymas.es. Disponible en: <http://www.revista60ymas.es/InterPresent1/groups/revistas/documents/binario/279informe.pdf>
- (45) Figueras, A. (2016). **Medicamentos contra el cáncer basados en moléculas de origen marino** | Ciencia Marina y otros asuntos. [En línea] Madrimasd.org. Disponible en: [https://www.madrimasd.org/blogs/ciencia\\_marina/2016/08/31/134512](https://www.madrimasd.org/blogs/ciencia_marina/2016/08/31/134512)
- (46) Gómez, H. (2019). **Biorremediación. ¿Qué es?: Métodos, ejemplos, ventajas y desventajas**. [En línea] Centro Estudios Cervantinos. Disponible en: <https://www.centroestudioscervantinos.es/biorremediacion/>
- (47) Gañán, H. (2016). **El 16% del suelo de China está contaminado**. [En línea] El Plural. Disponible en: [https://www.elplural.com/leequid/el-16-del-suelo-de-china-esta-contaminado\\_122533102](https://www.elplural.com/leequid/el-16-del-suelo-de-china-esta-contaminado_122533102)
- (48) Li, T., Liu, Y., Liu, Y. and Xie, Y. (2019). **Soil Pollution Management in China: A Brief Introduction**. [En línea] Mdpi.com. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/556/pdf>
- (49) IISD. (2018). **Cleaning up Toxic Soils in China: A trillion-dollar question**. [En línea] Disponible en: <https://www.iisd.org/library/toxic-soil-china>
- (50) UArctic - University of the Arctic. (n.d.). **Chinese Research Academy of Environmental Sciences**. [En línea] Disponible en: <https://www.uarctic.org/member-profiles/non-arctic/8462/chinese-research-academy-of-environmental-sciences>
- (51) Briefing, C. (2019). **Intellectual Property Protection in China: A Legal Primer**. [En línea] China Briefing News. Disponible en: <https://www.china-briefing.com/news/intellectual-property-protection-china-laws-registration-procedures/>
- (52) Africenter.isaaa.org. (2017). **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Year**. [En línea] Disponible en: <http://africenter.isaaa.org/wp-content/uploads/2018/10/ISAAA-Brief-No.-53.pdf>
- (53) Arranz, A. (2019). **'Made in China 2025': Beijing bets on biotech**. [En línea] South China Morning Post. Disponible en: <https://multimedia.scmp.com/news/china/article/2167415/china-2025-biotech/index.html>
- (54) Briefing, C. (2019). **Making the Cut: New Measures to Qualify as a High-tech Enterprise in China - China Briefing News**. [En línea] China Briefing News. Disponible en: <https://www.china-briefing.com/news/updated-criteria-being-qualified-for-chinas-high-tech-enterprises-status/>
- (55) China Innovation Funding. (n.d.). **China Innovation Funding Programmes - China Innovation Funding**. [En línea] Disponible en: <http://chinainnovationfunding.eu>
- (56) China Med Device. (2019). **China's State Council: Official Opinions On Deepening the Review and Approval Policies Reform and Encouraging Drug And Medical Device Innovations - China Med Device**. [En línea] Disponible en:

- <https://chinameddevice.com/chinas-state-council-official-opinions-deepening-review-approval-policies-reform-encouraging-drug-medical-device-innovations/>
- (57)China.org.cn. (2019). **Chinese scientists seek miracle drugs from ocean- China.org.cn.** [En línea] Disponible en: [http://www.china.org.cn/china/2018-09/02/content\\_61626061.htm](http://www.china.org.cn/china/2018-09/02/content_61626061.htm)
- (58)Chinabiotoday.com. (2019). **China's Top 10 Pharmaceutical Companies.** [En línea] Disponible en: <http://www.chinabiotoday.com/articles/20170728>
- (59)Chinadaily.com.cn. (2017). **Zhongguancun takes the center stage for technology, innovation.** [En línea] Disponible en: [http://www.chinadaily.com.cn/m/beijing/zhongguancun/2017-12/12/content\\_35280468.htm](http://www.chinadaily.com.cn/m/beijing/zhongguancun/2017-12/12/content_35280468.htm)
- (60)ChinaPower Project. (2019). **Are patents indicative of Chinese innovation? | ChinaPower Project.** [En línea] Disponible en: <https://chinapower.csis.org/patents/>
- (61)Comtrade.un.org. (2019). **UN Comtrade: International Trade Statistics.** [En línea] Disponible en: <https://comtrade.un.org/data/>
- (62)Cstec.org.cn. (2019). **China Science and Technology Exchange Center.** [En línea] Disponible en: <http://www.cstec.org.cn/en/BriefIntroductiontoCSTEC.html?column=1015>
- (63)Daniels, J. (2019). **Road to approval for US biotech crops in China beset with massive delays, costing industry billions.** [En línea] CNBC. Disponible en: <https://www.cnbc.com/2019/04/15/chinas-delay-of-us-biotech-crops-costing-industry-billions-of-dollars.html>
- (64)Desk, S. (2019). **La Ley de contaminación del suelo de China: nuevos requisitos - China Briefing.** [En línea] China Briefing News. Disponible en: <https://www.china-briefing.com/news/la-ley-de-contaminacion-del-suelo-de-china-nuevos-requisitos/>
- (65)En.china-pharm.net. (2019). **2018 Top 100 Internationalized Chinese Pharmaceutical Companies.** [En línea] Disponible en: <http://en.china-pharm.net/exponews/89.html>
- (66)English.agri.gov.cn. (2019). **Ministry of Agriculture of the People's Republic of China.** [En línea] Disponible en: [http://english.agri.gov.cn/news/dqnf/201502/t20150212\\_25013.htm](http://english.agri.gov.cn/news/dqnf/201502/t20150212_25013.htm)
- (67)English.ihb.cas.cn. (2014). **Microalgae Applied to Synergistic Combination Biological DeNOx of Industrial Flue Gases and Biodiesel Production**----Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. [En línea] Disponible en: [http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201412/t20141226\\_133684.html](http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201412/t20141226_133684.html)
- (68)English.ihb.cas.cn. (2017). **Researchers Approve Feasibility of Algal Biofuel Production Coupled Bioremediation of Biomass Power Plant Wastes Based on Chlorella Cultivation**----Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. [En línea] Disponible en: [http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201712/t20171213\\_187832.html](http://english.ihb.cas.cn/rh/as/201712/t20171213_187832.html)
- (69)English.ihb.cas.cn. (2017). **Scientists Say Tiny Algae Eat Pollutants**----Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences. [En línea] Disponible en: [http://english.ihb.cas.cn/rh/rps/201712/t20171227\\_188283.html](http://english.ihb.cas.cn/rh/rps/201712/t20171227_188283.html)
- (70)Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** [En línea] Disponible en: <http://www.fao.org>
- (71)Realinstitutoelcano.org. (2018). **Cooperación tecnológica entre España y China.** [En línea] Disponible en:



- [http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano\\_es/contenido?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/elcano/elcano\\_es/zonas\\_es/ari100-2018-ortega-cooperacion-tecnologica-espana-china](http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/ari100-2018-ortega-cooperacion-tecnologica-espana-china)
- (72) Horizon 2020 - European Commission. (n.d.). **Horizon 2020**. [En línea] Disponible en: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>
- (73) icex.es. (2018). **Guía invertir en China**. ICEX. [En línea] Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2018805602.html?idPais=CN>
- (74) Interscience.wiley.com. (2019). **The International Journal of Health Planning and Management - Wiley Online Library**. [En línea] Disponible en: <http://www.interscience.wiley.com/jpages/0749-6753/>
- (75) Laurens, M. (2017). **State of Technology Review – Algae Bioenergy An IEA Bioenergy Inter-Task Strategic Project**. [En línea] leabioenergy.com. Disponible en: <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/01/IEA-Bioenergy-Algae-report-update-20170114.pdf>
- (76) Medical Biotechnology. **Profiling China: Markets and Stakeholders**. (2017). [ebook] Disponible en: [https://www.exportinitiative-gesundheitswirtschaft.de/EIG/Redaktion/EN/Publikationen/medical-biotechnology-profiling-china.pdf;jsessionid=86B90B83DE3DA2B8D0508E33CB445616?\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.exportinitiative-gesundheitswirtschaft.de/EIG/Redaktion/EN/Publikationen/medical-biotechnology-profiling-china.pdf;jsessionid=86B90B83DE3DA2B8D0508E33CB445616?_blob=publicationFile&v=3)
- (77) MicroGen Biotech. (2019). **China's Largest Bioremediation Trial Project**. [En línea] Disponible en: <http://www.microgenbiotech.com/case-study/shengli-oilfield-china>
- (78) Millán, G. (2018). **GUÍA DE I+D China**. Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial.
- (79) Mondaq.com. (2018). **Recent Update On IP Protection In China - Intellectual Property - China**. [En línea] Disponible en: <http://www.mondaq.com/china/x/755306/Patent/Recent+Update+on+IP+Protection+in+China>
- (80) Países, E. (2019). **China: Economía y demografía 2019**. [En línea] datosmacro.com. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/paises/china>
- (81) Pan, X. (2018). **Microbial Remediation of Heavy Metals and Arsenic-Contaminated Environments in the Arid Zone of Northwest China**.
- (82) Pubs.acs.org. (2016). **China's Soil Pollution Control: Choices and Challenges**. [En línea] Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.6b05068?rand=pxdx1ybo>
- (83) Reports and Data, h. (2019). **Industrial Biotechnology Market Analysis | Global Industry Report, 2026**. [En línea] Reportsanddata.com. Disponible en: <https://www.reportsanddata.com/report-detail/industrial-biotechnology-market>
- (84) Sinochem.com. (2019). **中国中化集团有限公司 | 中化集团 | SINOCEM**. [En línea] Disponible en: <http://www.sinochem.com>
- (85) Spanish.chinatoday.com.cn. (2019). **Información económica**. [En línea] Disponible en: [http://spanish.chinatoday.com.cn/2018/jj/201901/t20190108\\_800153781.html](http://spanish.chinatoday.com.cn/2018/jj/201901/t20190108_800153781.html)
- (86) Stats.gov.cn. (2019). **National Bureau of Statistics of China >> Annual Data**. [En línea] Disponible en: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/>