



POLITÉCNICA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS
GRADO EN BIOTECNOLOGÍA

**ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS DE ESTÍMULO A LA
INNOVACIÓN EN CIENCIA DE PLANTAS A NIVEL EUROPEO**

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor: ALEJANDRO SÁNCHEZ FALQUÉS

**Tutor: GONZAGA RUIZ DE GAUNA
GUTIÉRREZ**

Julio de 2019



POLITÉCNICA



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS**

GRADO DE BIOTECNOLOGÍA

**ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS DE ESTÍMULO A LA INNOVACIÓN EN CIENCIA DE
PLANTAS A NIVEL EUROPEO**

TRABAJO FIN DE GRADO

ALEJANDRO SÁNCHEZ FALQUÉS

MADRID, 2019

Director: Gonzaga Ruiz de Gauna Gutiérrez

Gerente

BIOVEGEN-Plataforma tecnológica de biotecnología vegetal



POLITÉCNICA



**ANÁLISIS DE POLÍTICAS DE ESTÍMULO A LA INNOVACIÓN EN CIENCIA DE
PLANTAS A NIVEL EUROPEO**

**Memoria presentada por ALEJANDRO SÁNCHEZ FALQUÉS para la
obtención del título de Graduado en Biotecnología por la
Universidad Politécnica de Madrid**

Fdo: Alejandro Sánchez Falqués

VºBº Tutor del TFG

**Gonzaga Ruiz de Gauna Gutiérrez
Gerente
BIOVEGEN**

VºBº Cotutor del TFG

**Antonio Molina Fernández
Catedrático de Universidad
Dpto. de Biotecnología y Biología Vegetal
ETSIAAB – Universidad Politécnica de Madrid**

Madrid, 10 JULIO, 2019

ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Lista de símbolos.....	vii
Lista de abreviaturas.....	viii
Resumen.....	x
Capítulo I. Introducción y objetivos.....	1
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	4
Capítulo II. Resultados.....	5
1. Holanda.....	5
1.1. Estructura de I+D.....	5
1.2. ¿Quién realiza la investigación.....	6
1.3. Financiación.....	7
2. Francia.....	9
2.1. Estructura.....	9
2.2. ¿Quién realiza la investigación?.....	10
2.3. Financiación.....	11
3. Alemania.....	12
3.1. Estructura.....	13
3.2. ¿Quién realiza la investigación?.....	14
3.3. Financiación.....	16
4. España.....	17
4.1. Estructura.....	17
4.2. ¿Quién realiza la investigación?.....	18
4.3. Financiación.....	18
Capítulo III. Discusión.....	20
Capítulo IV. Resultados.....	23
Capítulo V. Referencias bibliográficas.....	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales países en función de su tasa de éxito en el reto 2 del programa Horizonte 2020.....	3
Tabla 2. Número de variedades vegetales solicitadas y concedidas en 2016 en Alemania, España, Francia, Holanda y	3
Tabla 3. Principales incentivos fiscales para la I+D holandesa.....	8
Tabla 4. Principales instituciones francesas dedicadas a la I+D en ciencia de plantas.....	10
Tabla 5. Principales incentivos fiscales para la I+D francesa.....	12
Tabla 6. Principales institutos de investigación no universitarios y su presupuesto.....	15
Tabla 7. Principales incentivos fiscales para la I+D española.....	19
Tabla 8. Comparativa de la inversión en I+D (en millones de euros) en Holanda, Francia, Alemania y España, y de lo que representa esa inversión en el PIB de cada país.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios en la productividad de los cultivos en Europa para distintos escenarios de cambio climático.....	2
Figura 2. Evolución del presupuesto en I+D en Holanda 2011-2016.....	5
Figura 3. Presupuesto de I+D según fuente de financiación.....	7
Figura 4. Formas y flujos de financiación de las universidades públicas holandesas.....	7
Figura 5. Evolución del presupuesto en I+D en Francia.....	9
Figura 6. Presupuesto I+D según fuente de financiación.....	11
Figura 7. Evolución del presupuesto en I+D en Alemania 2011-2016.....	12
Figura 8. Presupuesto de I+D según fuente de financiación.....	16
Figura 9. Presupuesto de I+D pública y privada según fuente de financiación.....	16
Figura 10. Evolución del presupuesto en I+D en España 2011-2016.....	17
Figura 11. Presupuesto de I+D según fuente de financiación.....	18
Figura 12. Apoyo público a la I+D con relación al PIB por países.....	21
Figura 13. Intensidad de las ayudas indirectas sobre el total de gastos de I+D por países.....	22

LISTA DE SÍMBOLOS

Cº: Grado Celsius

LISTA DE ABREVIATURAS

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

IPCC: Panel Internacional del Cambio Climático

I+D: Investigación y desarrollo

UE: Unión Europea

UPOV: Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

PIB: Producto interior bruto

UAS: Universidades de Ciencias Aplicadas

EZK: Ministerio de Asuntos Económicos y del Clima

OCW: Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia

VSNU: Asociación de Universidades de Holanda

NWO: Organización Neerlandesa de Investigación Científica

KNAW: Real Academia Neerlandesa de Artes y Ciencias

RVO: Agencia de la Empresa Neerlandesa

WUR: Wageningen University & Research

TKI: Top Consortium for Knowledge and Innovation

WBSO: Crédito Fiscal para I+D

PYMES: Pequeñas y medianas empresas

MESRI: Ministerio de Educación Superior, Investigación e Innovación

PRO: Organismo público de investigación

HEI: Instituciones de educación superior

INRA: Instituto Nacional de Investigación Agrícola

MIRES: Misión de Investigación Superior y Educación Interministerial

CIR: Crédit d'Impôt Recherche

CII: Crédit d'Impôt Innovation

BMBF: Ministerio Federal de Educación e Investigación

BMWi: Ministerio Federal de Economía y Energía

MPG: Max Planck Society

FhG: Fraunhofer-Gesellschaft

HGF: Helmholtz Association

WGL: Leibniz Association

DFG: Fundación Alemana de Investigación

BMEL: Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura

MICIU: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

OPI: Organismo Público de Investigación

CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas

INIA: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agroalimentaria

OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

RESUMEN

The world will face major challenges in the coming years, such as population growth or climate change. Faced with these challenges, innovation in plant science will play an important role in providing solutions.

The European Union is aware of this, and together with its member countries, is launching programmes to stimulate innovation. In these programmes, Spain is not among the countries with the best results, which are Germany, France and the Netherlands. Nor does it stand out in terms of plant varieties presented.

Despite this, Spain has a great scientific capacity, as evidenced by its good position in the scientific publication rankings. Having a good scientific base but not achieving results as good as other countries, leads one to think that it is not being used properly. To improve, Spain must learn from the leading countries in plant science innovation to become one of them and benefit from the results. After comparing the situation of Spanish research and development, it is concluded that Spain will have to focus on stimulating students and researchers, supporting technology transfer and improving research and development funding.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas, junto con los animales y otros organismos forman los distintos ecosistemas de la Tierra, por lo que de su equilibrio y existencia depende la sostenibilidad del propio planeta. En la próxima década, el mundo se enfrentará a una serie de desafíos ante los cuales las plantas pueden ser una interesante solución.

El primero de estos grandes problemas va a ser garantizar que haya alimentos para toda la población, y es que para 2050 se espera que en el planeta Tierra la población alcance los 9.600 millones de personas. Esto supondrá 2.400 millones de nuevas personas que alimentar, por lo que se necesitará aumentar la producción de alimentos en un 60-110% para poder dar respuesta a la fuerte demanda que se generará ⁽¹⁾.

A mayor número de habitantes, habrá menos superficie de tierra para ser cultivada y se requerirá una mayor productividad por unidad de tierra, energía y agua. Por eso, para poder cumplir los objetivos de producción global que permitan garantizar alimentos a toda la población, los científicos deberán desarrollar variedades de cultivos de mayor rendimiento, resilientes y más eficientes con los recursos.

A fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden aumentar significativamente. Sin embargo, debido al uso excesivo de fertilizantes la producción agrícola tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto. Es una de las principales fuentes de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas y de la pérdida de biodiversidad del mundo.

Los fertilizantes se acumulan en los suelos, donde el nitrógeno es convertido a nitratos a través del proceso de nitrificación que llevan a cabo los microorganismos allí presentes. Después, el nitrato se filtra a las aguas subterráneas ⁽²⁾. A nivel mundial, el 20% de los fertilizantes nitrogenados terminan acumulándose en los suelos, y el 35% acaba en los océanos ⁽³⁾.

Debido a las necesidades del uso de fertilizantes y fitosanitarios para poder satisfacer la creciente demanda de alimentación previstas, se hace necesario el desarrollo de nuevos fertilizantes y productos fitosanitarios que permitan una mejora de rendimiento minimizando el impacto sobre el medio ambiente.

Ante el aumento de la demanda de alimentos, los productos vegetales no solo pueden suplirla, sino producir alimento de forma más sostenible. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) calcula que la demanda de proteína animal se duplicará para el año 2050 ⁽⁴⁾. Sin embargo, su producción es muy ineficiente (se requieren 1.500 litros de agua para generar un kilo de arroz y diez veces esa cantidad para producir un kilo de carne ⁽⁵⁾) y acarrea graves problemas ambientales por los gases de efecto invernadero generados por el sector ganadero ⁽⁶⁾. Por todo esto, las plantas y vegetales son una opción más que interesante para cubrir la alimentación del futuro.

Como segundo gran problema y último que se va a presentar, se encuentra el cambio climático, que representa uno de los mayores retos ambientales que se plantean, tanto por sus dimensiones espaciales, como temporales. En ese contexto global, España en particular, es un país especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, tanto por su situación geográfica como por sus características socioeconómicas.

En los últimos 50 años, las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra se han casi duplicado (7).

Hoy en día, se considera que es imposible evitar el cambio climático en su totalidad y que la capacidad de adaptación tiene que aumentar, incluso en los países más desarrollados (7). Según el Panel Internacional del Cambio Climático (IPCC), de no tomar medidas se excederá en 1.5 °C la temperatura global entre los años 2030 y 2050 (8).

Este cambio de temperatura provocará cambios en la productividad de los cultivos en Europa. Según las últimas evaluaciones, se espera que, especialmente, en el sur de Europa aumenten las temperaturas y disminuya la disponibilidad de agua, afectando negativamente a la productividad al causar estrés térmico y aumentar el riesgo de incendios. A continuación, se ilustran los cambios en la productividad de los cultivos en Europa como consecuencia del cambio climático (7).

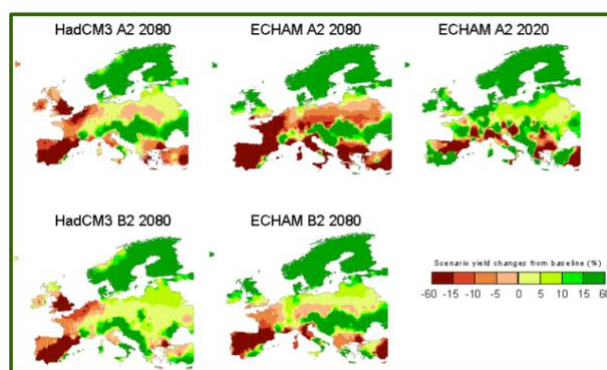


Figura 1. Cambios en la productividad de los cultivos en Europa para distintos escenarios de cambio climático. Fuente: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

El impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria mundial se notará no solo en el suministro de alimentos, sino también en la calidad, el acceso y la utilización de los mismos, y en la estabilidad de la seguridad alimentaria.

Tras presentar la situación en la que se encuentra el planeta Tierra e identificar algunos de los potenciales retos a los que se enfrenta el ser humano, se puede apreciar que estos retos coinciden en cuanto a su solución: la ciencia de plantas. Fomentar la investigación y desarrollo (I+D) en este campo es de vital importancia para el progreso, pues hará posible que se desarrollen soluciones para estos problemas.

Para que la I+D pueda hacerse realidad, resulta imprescindible que haya financiación que impulse los proyectos para que se desarrollen y se conviertan en una solución.

A nivel europeo, la Unión Europea (UE) ha puesto en marcha el programa marco Horizonte 2020. Horizonte 2020 es el Programa para la Investigación y la Innovación en la UE para el periodo 2014-2020, y cuenta con un presupuesto total de 77.028 millones de euros para financiar iniciativas y proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, demostración e innovación de claro valor añadido europeo ⁽⁹⁾.

El programa se centra en tres pilares: ciencia excelente, liderazgo industrial y retos sociales. En el tercer pilar es donde se localizan la mayoría de las actividades de investigación relacionadas con los retos antes mencionados. En concreto, estas actividades se encuentran en el reto social 2 “Seguridad alimentaria, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y fluvial y bioeconomía”, que cuenta con un presupuesto total de 3.851 millones de euros ⁽⁹⁾.

Cuando se observan los resultados del programa, se puede ver como hay países que sobresalen del resto. En el caso del reto social 2, España ocupa la quinta posición en cuanto a tasa de éxito, y en consecuencia recibe menos presupuesto del programa, 49.2 millones de euros, como se ve en la siguiente tabla ⁽¹⁰⁾.

Tabla 1. Principales países en función de la tasa de éxito en el reto 2 del programa Horizonte 2020. Fuente: Comisión Europea.

Country	Total applicants	Total applications	Total participants	Total participations	Total coordinators	EC contribution (€ m)	Success rate (participation / applications)
<i>EU28</i>							
ES	559	1,245	116	191	10	49.2	15.3%
IT	581	1,334	109	173	6	47.0	13.0%
DE	437	966	104	165	9	50.7	17.1%
FR	356	785	87	162	17	56.5	20.6%
NL	263	690	79	146	13	51.7	21.2%

A raíz de los resultados del programa se puede observar que son los Países Bajos, Francia y Alemania los países que tienen mayor tasa de éxito que España. Pero no solo esto sucede en el programa Horizonte 2020, si se analiza la cantidad de variedades vegetales, un indicador de potencial de innovación en agricultura, también son estos países los que ocupan las primeras posiciones en el ranking por delante de España como refleja la siguiente tabla con datos de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) ⁽¹¹⁾.

Tabla 2- Número de variedades vegetales solicitadas y concedidas en 2016 a Alemania, España, Francia y Holanda. Fuente: UPOV/Elaboración propia. (*) Algunas variedades se conceden años después de ser solicitadas.

PAÍS	VARIETADES SOLICITADAS 2016	VARIETADES CONCEDIDAS 2016
Alemania	56	54
España	40	0
Francia	94	200*
Holanda	804	588

España es un país donde el sector de la agricultura tiene una gran importancia, y es de los países europeos que sufrirán una mayor sequía como consecuencia del cambio climático, por lo que la innovación en el sector debería ser una prioridad.

A nivel económico, es el segundo país de la UE por número de superficie agrícola utilizada ⁽¹²⁾. El sector agroalimentario español ha crecido con más intensidad que el total de la economía, llegando a representar el 5.8% del producto interior bruto (PIB) español, siendo mayor que la media de la UE (3.6%) ⁽¹³⁾. En términos de producción científica, España ocupa la décima posición en tecnología agrícola a nivel mundial ⁽¹²⁾.

Sin embargo, observando estos resultados, España no destaca en la I+D del sector. Queda claro, entonces, que existe una política europea de estímulo de la I+D, y que los países son conscientes de su importancia, pero algunos de ellos desarrollan esa I+D de mejor forma que otros, de modo que lo que marca la diferencia en el éxito en I+D son las políticas internas, organización y financiación de la investigación en cada uno de los países.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el de analizar las condiciones en las que se encuentra la ciencia y la innovación y desarrollo en los países que presentan mejores resultados en ciencia de plantas que España. Estos países son Países Bajos, Francia, Alemania.

El análisis se centrará en la estructura del sistema de ciencia e investigación del país, analizando aquellos mecanismos, actividades o medidas que puedan ser de ayuda para impulsar el desarrollo de la I+D. A nivel de financiación, se analizará la financiación total a la I+D, y se estudiará especialmente la situación de las ayudas indirectas a la I+D, en concreto de los incentivos fiscales. La razón del estudio de las medidas indirectas en vez de las medidas directas es porque en España se da una situación particular. Las medidas parecen ser buenas, pero no se utilizan, de modo que resulta interesante conocer el por qué y qué medidas se pueden implantar para solucionarlo.

Los resultados se compararán con el sistema español para así destacar aquellas medidas que podrían implementarse al sistema científico de España con el objetivo de mejorar sus resultados.

CAPÍTULO II. RESULTADOS

1. HOLANDA

El gasto holandés en I+D fue de 14.143 millones de euros en 2016, representando el 2.03% del producto interior bruto (PIB) ⁽¹⁴⁾. Su valor coincide con la media de la UE (2.03%) ⁽¹⁵⁾. El gasto destinado al sector agroalimentario fue de 435 millones de euros ⁽¹⁶⁾. Como se ve en la siguiente figura, la inversión en I+D en los Países Bajos ha ido aumentando los últimos años.

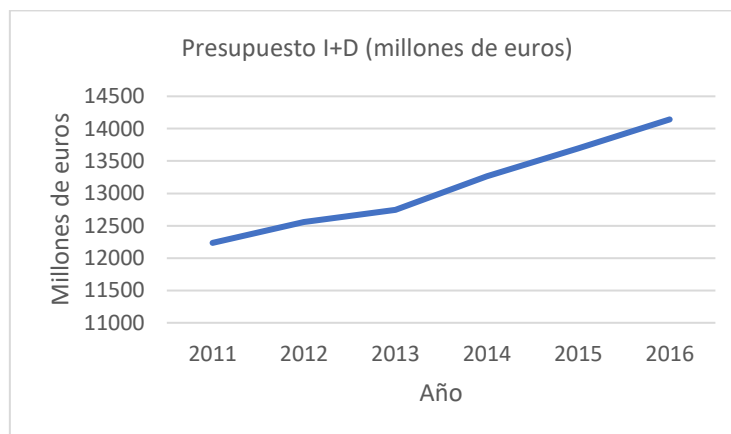


Figura 2. Evolución del presupuesto en I+D en Holanda 2011-2016. Fuente: Rathenau Instituut /Elaboración propia.

Respecto a la ciencia, tecnología e innovación, en el Índice de Innovación Global, los Países Bajos ocupan el 2º lugar ⁽¹⁷⁾. El poder alcanzar esta posición se debe principalmente a las mejoras metodológicas que han permitido a los Países Bajos aumentar la dimensión de la producción de conocimientos y tecnología y la sofisticación de las empresas. Las principales fortalezas que presentan son la preparación tecnológica, la educación superior y formación, la infraestructura y la sofisticación empresarial. También es una fortaleza la buena comunicación y colaboración ciencia-empresa ⁽¹⁸⁾.

El sector científico está compuesto de universidades y de centros de investigación públicos y privados. En el sector destacan 13 universidades de investigación regular. Además, hay 37 universidades de ciencias aplicadas (UAS), que se centran en la formación técnica y profesional ⁽¹⁹⁾.

Con relación a la producción científica, los Países Bajos ocupan la 15ª posición mundial, aportando el 1.89% de las publicaciones en 2018. De todas las publicaciones, 4.798 han sido en ciencias biológicas y agricultura, representando el 1.48% mundial en ese campo ⁽²⁰⁾.

1.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE I+D

Las políticas de I+D en ciencia en los Países Bajos están centradas principalmente a nivel nacional. Los principales actores políticos en materia de I+D son los Ministerios de Asuntos Económicos y del Clima (EZK) y de Educación, Cultura y Ciencia (OCW). OCW es responsable de las políticas científicas y educativas y de la asignación de fondos institucionales a las universidades, las cuales tienen a la Asociación de Universidades de Holanda (VSNU) como organización representante, e instituciones de investigación. EZK

es responsable de los instrumentos de la política de innovación y de todas las cuestiones relativas a la I+D aplicada y orientada a la industria.

Los principales órganos de aplicación de la política de I+D son la Organización Neerlandesa de Investigación Científica (NWO), la Real Academia Neerlandesa de Artes y Ciencias (KNAW) y la Agencia de la Empresa Neerlandesa (RVO). Todos ellos son organismos intermediarios responsables de las decisiones sobre la distribución de los presupuestos científicos y sobre la aplicación de las políticas de investigación e innovación ^(18,19).

1.2. ¿QUIÉN REALIZA LA INVESTIGACIÓN?

Los Países Bajos cuentan con un gran número de organizaciones que llevan a cabo la investigación, ya sea como tarea principal o en apoyo de su tarea principal.

La investigación es un concepto amplio y existen varios tipos diferentes. La investigación básica es llevada a cabo principalmente por las universidades y los institutos para-universitarios que son competencia de NWO y KNAW. La investigación aplicada se centra en los institutos de investigación, mientras que el trabajo de desarrollo se lleva a cabo principalmente dentro de las empresas ⁽¹⁹⁾.

Los Países Bajos tienen 37 universidades de ciencias aplicadas, financiadas principalmente por el gobierno. Estos institutos de conocimiento tienen fuertes relaciones tradicionales entre la educación, la práctica profesional y el conocimiento. Los Países Bajos también tienen trece universidades financiadas con fondos públicos, que forman parte del sistema de investigación científica. De las 13, solo una está centrada en las ciencias de la vida y la agricultura, la Universidad de Wageningen ⁽¹⁹⁾, que recibió 5.299 estudiantes en 2016 ⁽²¹⁾. En total, Holanda tiene 4.843 investigadores dedicados a I+D por millón de habitantes ⁽²²⁾.

Wageningen University & Research (WUR) es el resultado de la unión entre la Universidad de Wageningen y el Centro de Investigación de Wageningen. Esta asociación está organizada entorno a cinco grupos científicos. Cada uno es un departamento de la universidad y buscan alcanzar la mayor efectividad y calidad de investigación y educación ⁽²¹⁾.

WUR se localiza en el llamado "Food Valley". El "Food Valley" de Holanda es uno de los mejores ejemplos de colaboración agroalimentaria. Es una de las comunidades de alimentos más grandes del mundo, está formada por más de 1.510 compañías internacionales de alimentos y 20 institutos de investigación, incluyendo la WUR, nombrada la mejor universidad mundial de ciencias agrícolas, según U.S. News & World Report, 2016 ⁽²³⁾. Las características de la universidad que facilitan la colaboración son la independencia de los departamentos para llevar a cabo diferentes formas de transferencia de tecnología, la aplicación de un marco jurídico general para estas actividades, que el motor de la transferencia sea el "devolver a la sociedad" y no el dinero, y el encontrarse en un lugar vinculado con la industria ⁽²⁴⁾.

La misión de WUR es explorar el potencial de la naturaleza para mejorar la calidad de vida. La Universidad de Wageningen dirige seis escuelas de postgrado dentro de una organización global. Las escuelas de

posgrado relacionadas con la ciencia de plantas son la Experimental Plant Science, C.T. de Wit Graduate School for Production Ecology & Resource Conservation, VLAG Graduate school for nutrition, food technology, agrobiotechnology and health sciences y el Wageningen Institute for Environment and Climate Research ⁽²¹⁾.

La investigación en los principales sectores de la agricultura y la alimentación y la horticultura y los materiales de propagación está gestionada por el Top Consortium for Knowledge and Innovation (TKI) ⁽²¹⁾.

1.3. FINANCIACIÓN

La financiación para la I+D en los Países Bajos proviene de diversas fuentes: el gobierno central, las empresas, otras fuentes nacionales y otras fuentes no nacionales.

Del presupuesto total para la I+D en 2016 (14.143 millones de euros), el 52.02% procedía del sector privado (7.358 millones de euros), mientras que el sector público era responsable del 34.06% (4.815 millones). Los fondos restantes procedían del extranjero (13.92%, 1970 millones de euros). En la siguiente figura se refleja la procedencia de los fondos para la I+D holandesa ⁽¹⁴⁾.

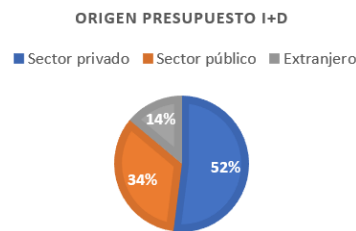


Figura 3. Presupuesto de I+D según fuente de financiación.
Fuente: Rathenau Instituut/Elaboración propia

Las universidades realizan la mayor parte de la I+D pública. Su financiación se consigue a través de las matrículas de los estudiantes, la subvención básica proporcionada por el ministerio, la financiación competitiva de proyectos y programas de investigación proporcionado por NWO y KNAW, y la financiación basada en proyectos para la educación e investigación llevada a cabo para clientes públicos y privados. La siguiente figura muestra las formas de financiación de las universidades holandesas que se financian de forma pública ⁽¹⁹⁾.

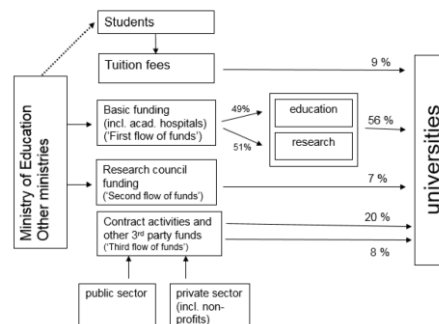


Figura 4. Formas y flujos de financiación de las universidades públicas holandesas. Fuente: Center for Higher Education Policy Studies.

La financiación de las empresas se centra en la I+D dentro de la propia empresa y dentro del sector de la empresa, representando el 80% de la financiación de las compañías. Las empresas holandesas también financian investigaciones realizadas por universidades e institutos de investigación ⁽¹⁴⁾.

Además, los Países Bajos promueven activamente la participación en actividades de I+D a través de un sistema fiscal corporativo favorable e incentivos específicos de I+D. A continuación, se resumen los principales incentivos fiscales que apoyan la I+D ⁽²⁵⁾.

Tabla 3. Principales incentivos fiscales para la I+D holandesa. Fuente: YE/Elaboración propia.

INCENTIVOS FISCALES I+D	
INCENTIVO	BREVE DESCRIPCIÓN
Crédito fiscal para I+D (WBSO)	Las empresas que realizan actividades particulares de I + D pueden beneficiarse de un crédito fiscal del 32% (hasta el 40% para nuevas empresas) de los primeros 350.000 euros en costes salariales de I + D y otros gastos e inversiones en I + D, y del 16% para esos costes e Inversiones superiores a 350.000 €.
Innovation Box	Las empresas pueden beneficiarse de una tasa impositiva efectiva del 7% para los ingresos de activos intangibles, incluidas las innovaciones tecnológicas, creadas por el contribuyente holandés y por las cuales se recibió el crédito fiscal para I + D.
Asignación para asociaciones público-privadas en I+D	Las asociaciones de I + D entre entidades públicas y socios privados pueden recibir subvenciones en efectivo del 40% sobre los costes de inversión privada por los primeros 20.000 euros y el 30% por el exceso. La subvención en efectivo debe invertirse en el proyecto de I + D de la asociación.
Crédito de Innovación	Es un préstamo de riesgo del gobierno para el desarrollo técnico o clínico de un nuevo producto, proceso o servicio. La financiación puede variar desde un 25% para empresas de gran escala hasta un 35% para empresas medianas, y un 45% para empresas pequeñas, de costes de proyectos relevantes con un máximo de 10 millones de euros, y el resto se financia con los recursos propios de la empresa.

Los incentivos fiscales holandeses tienen buen apoyo público (0.17% PIB) ⁽²⁶⁾ y a nivel de aplicación, se pueden solicitar online a través de una ventanilla única en RVO, que centraliza la oferta y ofrece un canal eficiente para la tramitación. En un plazo de tres meses las resoluciones están disponibles ⁽²⁷⁾.

2. FRANCIA

Francia invirtió en el año 2016 53.000 millones de euros en I+D, lo que representó el 2.38% del PIB ⁽²⁸⁾ y superó a la media de la UE que se sitúa en 2.03%. El sector agroalimentario recibió 694 millones de euros ⁽¹⁶⁾. Como se ve en la siguiente figura, la inversión en I+D en Francia ha ido aumentando los últimos años.

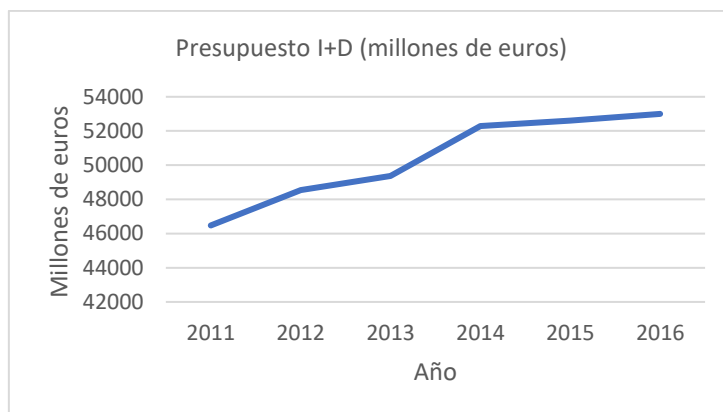


Figura 5. Evolución del presupuesto en I+D en Francia 2011-2016. Fuente: Eurostat/Elaboración propia.

El sector científico francés está compuesto de 85 universidades, 200 escuelas de ingeniería, 20 organizaciones de investigación y de centros de investigación privados ⁽²⁹⁾. En Francia hay 4.307 investigadores en I+D por millón de habitantes ⁽²²⁾.

Respecto a la ciencia, tecnología e innovación, en el Índice Global de Innovación, Francia ocupa la 16ª posición ⁽¹⁷⁾. Los puntos fuertes del sistema francés son la infraestructura, un mercado integrado a nivel mundial y un ecosistema de innovación. Sin embargo, a pesar de la innovación, Francia no ha logrado reducir sus problemas tradicionales de competitividad. Aunque la estructura financiera de las empresas francesas ha mejorado, el número de empresas exportadoras sigue siendo bajo, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas (PYMES) ⁽³⁰⁾.

Con relación a la producción científica, Francia ocupa la 7ª posición mundial en cuanto a producción científica, aportando el 3.62% de las publicaciones en 2018. De todas las publicaciones, 9.151 han sido en ciencias biológicas y agricultura, representando el 2.83% mundial en ese campo ⁽²⁰⁾.

2.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE I+D

La política de investigación francesa está a cargo del Ministerio de Educación Superior, Investigación e Innovación (MESRI). Desde un punto de vista jerárquico, el sistema francés de investigación e innovación está organizado en torno a cuatro bloques ⁽³⁰⁾.

El primero, el político, se encarga de orientar y definir la política de investigación, los objetivos y el presupuesto generales de la política pública de investigación. Destaca el papel del Ministerio de Educación Superior, Investigación e Innovación y del Consejo de Investigación Estratégica.

El segundo bloque se encarga de formular las prioridades temáticas de cada sector y asignar los recursos. Lo forman las agencias de financiación, como la Agencia Nacional de Investigación (ANR) o BpiFrance, las alianzas y organizaciones.

A continuación, se encuentra el organismo responsable de las evaluaciones. Actualmente es el Consejo Superior para la Evaluación de la Investigación y la Educación Superior, que reemplaza a la Agencia para la Evaluación de la Investigación y la Educación Superior.

Por último, el último bloque corresponde a aquellas organizaciones e instituciones que llevan a cabo actividades de investigación.

2.2. ¿QUIÉN REALIZA LA INVESTIGACIÓN?

Las actividades de investigación se llevan a cabo en instituciones de educación superior, organizaciones nacionales de investigación (investigación pública) y también en empresas, donde se lleva a cabo dos terceras partes del esfuerzo de investigación.

La investigación pública es llevada a cabo por organismos públicos de investigación (PROs), que representaron el 54% de los 16.800 millones de euros de gasto en I+D no empresarial en 2014, instituciones de educación superior (HEIs) (40%), en las que 51.253 estudiantes se matricularon en ciencias biológicas ⁽³¹⁾, el sector privado sin ánimo de lucro (5%) y departamentos gubernamentales y otras instituciones estatales (1%) ⁽³²⁾.

Las HEIs y PROs, incluidas las asociaciones sin ánimo de lucro, realizan el 35% de la I+D francesa y emplean al 38% de los investigadores nacionales. Las IES están formadas por unas 70 universidades y 223 "Grandes Ecoles". Una de las PROs francesas es el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INRA, por sus siglas en francés), el principal responsable de la investigación vegetal del país. Con un presupuesto de 860 millones de euros en 2016, es el segundo productor mundial de publicaciones en ciencias agrarias, cuenta con 250 laboratorios, incluyendo 45 unidades experimentales en 13 divisiones científicas y 17 centros de investigación. Además del INRA, algunas de las principales instituciones francesas dedicadas a la I+D en ciencia de plantas se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 4. Principales instituciones francesas dedicadas a la I+D en ciencia de plantas. Fuente: Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation /Elaboración propia.

INSTITUCIONES DE CIENCIA DE PLANTAS	
Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement	Institut National de Recherche dédié aux Sciences du Numérique
Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la mer	Centre National D'Etudes Spatiales
Centre National de la Recherche Scientifique	Institut de recherche pour le développement

El sector privado también participa en el sistema de I+D francés. De las empresas innovadoras, solo el 14% colabora con centros de investigación públicos (33).

2.3. FINANCIACIÓN

El presupuesto total de la I+D francesa (53.000 millones de euros) está financiado principalmente por las administraciones públicas que representaron el 39.5% del total (20.969 millones) y por el sector privado, representando el 60.5% (32.058 millones de euros) (28).

La financiación de la investigación pública proviene principalmente de las administraciones, dentro de las cuales destacan las apropiaciones presupuestarias de la misión de investigación superior y educación interministerial (MIREs). La investigación pública recibió en 2016 15.500 millones de euros de la administración (89.08%), 900 millones del sector privado (5.17%) y 1.000 millones del extranjero (5.74%). El total es de 17.400 millones de euros (28).

La investigación del sector privado contó con un presupuesto de 32.200 millones de euros. Del total, 2.700 millones procedía de las administraciones (8.38%), 2.900 millones del extranjero (9%) y 26.600 millones del propio sector empresarial (82.62%) (28).

Las siguientes figuras representan el presupuesto en I+D total, pública y privada según su origen.

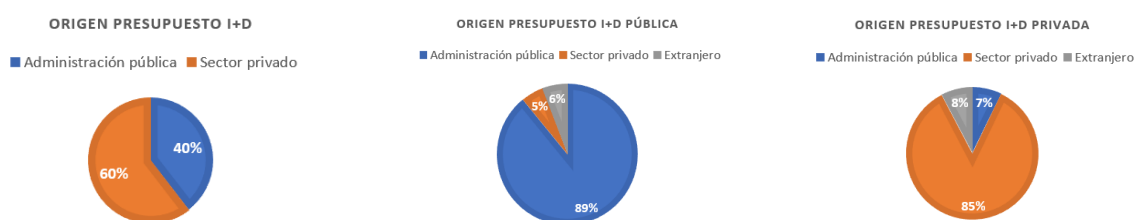


Figura 6. Presupuesto I+D según fuente de financiación. La primera figura representa el origen del presupuesto total en I+D francés, la segunda el origen del presupuesto en I+D pública, y la tercera el origen del presupuesto de la I+D privada. Fuente: Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation/Elaboración propia.

En cuanto a la investigación privada, el Estado, a través de la institución BpiFrance y el crédito fiscal para la investigación, apoya los programas de innovación llevados a cabo por las PYMES. A continuación, se resumen los principales incentivos fiscales para la I+D (25).

Tabla 5. Principales incentivos fiscales para la I+D francesa. Fuente: YE/Elaboración propia.

INCENTIVOS FISCALES I+D	
INCENTIVO	BREVE DESCRIPCIÓN
Crédit d'Impôt Recherche (CIR)	Concede a las empresas una reducción fiscal del 30% hasta 100 millones de euros en gastos de I+D (y del 5% en adelante).
Crédit d'Impôt Innovation (CII) (incluido en el anterior)	Reduce los costes de los prototipos y las plantas piloto en un 20% para las PYME.
Innovative Startup	Las nuevas empresas con un carácter innovador tienen derecho a la exención total para el primer ejercicio o el primer período en el que se gravan los beneficios (no puede ser superior a 12 meses), seguida de una exención del 50% para el año siguiente en el que se contabilizan los beneficios. También, tienen derecho a la exención de la contribución económica local (CET) y el impuesto predial durante siete años.

Los incentivos fiscales a la I+D gozan de gran apoyo público (0.29% PIB) ⁽²⁶⁾, logrando un importe de 6.300 millones de euros en 2016 ⁽³⁰⁾. Respecto a la aplicación, el sistema francés de innovación destaca por su madurez, lo que se refleja en el alto conocimiento y aplicación de los incentivos por parte de las empresas, cuyas propuestas son validadas en 3 ó 6 meses ⁽²⁷⁾. Para el CIR, en caso de necesitar un documento para proteger la solicitud antes futuras auditorías, la respuesta se obtiene en un periodo de 2 ó 3 meses ⁽³⁴⁾.

3. ALEMANIA

La inversión alemana en I+D alcanzó el 2,94% del PIB en 2016 con 92.000 millones de euros ⁽³⁵⁾. La inversión en I+D superó a la media europea (2.03%), y los fondos destinados a la agroalimentación fueron 1.194 millones de euros ⁽¹⁶⁾. Como se ve en la siguiente figura, la inversión en I+D en Alemania ha ido ascendiendo en los últimos años hasta alcanzar el 2.94% del PIB.

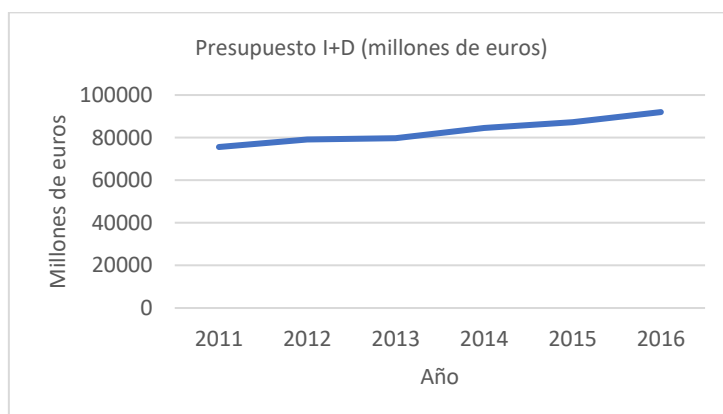


Figura 7. Evolución del presupuesto en I+D en Alemania 2011-2016. Fuente: Germany Trade & Invest/Elaboración propia.

El entorno empresarial general en Alemania es competitivo a nivel internacional. En términos de desempeño en innovación, el Índice Global de Innovación clasifica a Alemania novena entre los países líderes en innovación. El índice identifica los puntos fuertes de Alemania derivados de los gastos en I+D de las empresas, así como de la aplicación de los derechos de propiedad intelectual. La relativa debilidad se debe a la escasa proporción de estudiantes extranjeros de doctorado, a la escasez de capital de riesgo y al empleo en empresas de rápido crecimiento ⁽³⁶⁾.

Alemania ofrece un variado panorama de investigación. La comunidad científica alemana está constituida por universidades, institutos no universitarios, instituciones estatales y federales, y asociaciones. El país cuenta con más de 1.000 instituciones de investigación y ciencia, entre las que se encuentran más de 110 universidades y 230 universidades de ciencias aplicadas ⁽³⁵⁾. En Alemania hay 4.866 investigadores dedicados a la I+D por millón de habitantes ⁽²²⁾.

Respecto a la producción científica, Alemania con 180.608 ocupa la cuarta posición mundial en cuanto a publicaciones, representando el 5.42% de las publicaciones en el mundo. De todas las publicaciones, 13.291 han sido en ciencias biológicas y agricultura, representando el 4.11% mundial en ese campo ⁽²⁰⁾.

3.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE I+D

La I+D es una responsabilidad compartida entre el Gobierno Federal y los 16 Länder (Estados Federados). A nivel federal, el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) cubre la mayor parte de las responsabilidades de la política de investigación. El Ministerio Federal de Economía y Energía (BMWi) participa en algunas áreas de la política de innovación y tecnología y los Länder financian las universidades de su estado. Gran parte de la investigación financiada con fondos públicos se lleva a cabo en el sistema universitario y en los organismos públicos de investigación no universitarios cofinanciados por el Gobierno Federal y los Länder. Las cuatro organizaciones de investigación no universitarias más importantes son Max Planck Society (MPG), Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz Association (HGF) y Leibniz Association (WGL). La Fundación Alemana de Investigación (DFG) complementa la financiación institucional con financiación de proyectos de investigación básica, seleccionando los proyectos de investigación más prometedores de científicos y académicos de universidades e instituciones de investigación no universitarias sobre una base competitiva ⁽³⁶⁾.

Existen varios órganos de coordinación y asesoramiento, a saber, el Consejo Alemán de Ciencia y Humanidades (Wissenschaftsrat, WR) y la Conferencia Científica Conjunta (Gemeinsame Wissenschaftskonferenz, GWK). La Comisión de Expertos en Investigación e Innovación (EFI), el Foro de Alta Tecnología y el Diálogo sobre Innovación entre el Gobierno Federal, la industria y la ciencia también actúan con carácter consultivo.

En relación con la ciencia de plantas, la producción vegetal en Alemania está principalmente regulada por el Ministerio Federal de Alimentación y Agricultura (BMEL, por sus siglas en alemán). La investigación de BMEL está estrechamente vinculada a los temas centrados en el futuro, la protección del clima, los

recursos renovables y la alimentación de la población mundial. Uno de sus objetivos principales es proteger el medio ambiente a través de la producción agrícola sostenible.

3.2. ¿QUIÉN REALIZA LA INVESTIGACIÓN?

La investigación científica se lleva a cabo en universidades regulares en particular, así como en una red compleja de instituciones de investigación pública. También hay institutos privados de investigación y, por supuesto, departamentos de investigación y desarrollo en empresas comerciales.

Un actor clave en la investigación pública alemana son las universidades, concienciadas de la importancia de transferir conocimiento para el avance de la ciencia, que son competencia de los Estados federados. Las universidades realizaron actividades de I+D por un valor aproximado de 15.300 millones de euros, lo que representa el 17% de la I+D total. La I+D realizada por las instituciones alemanas de educación superior representa alrededor del 0,50% del PIB. El número de estudiantes matriculados en ciencias biológicas fue de 51.632 en 2016 ⁽³⁷⁾.

Además de la investigación llevada a cabo por las universidades, una amplia gama de proyectos de investigación no universitarios se lleva a cabo en instituciones que cuentan con el apoyo conjunto del Gobierno Federal y de los Länder. Entre ellos se encuentran principalmente las instituciones de investigación de las cuatro grandes organizaciones de investigación: la Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer), la Asociación Helmholtz (HGF), la Asociación Leibniz, la Sociedad Max Planck (MPG) y la Academia de Ciencias y Humanidades. En un sentido más amplio, las organizaciones de investigación no universitarias también comprenden las instituciones federales de investigación, las instituciones regionales de investigación y los clusters y redes científicas ⁽³⁵⁾.

Un cluster es una asociación de empresas, universidades, instituciones de investigación y otras organizaciones en una región que comparten un campo de actividad común. La proximidad geográfica y temática crea sinergias que potencian la capacidad innovadora. Un objetivo de los clusters es acelerar el proceso de desarrollar y comercializar productos de nueva tecnología.

En este sentido, el gobierno se encarga de fomentar las redes científicas y clusters a través de la Clusterplattform Deutschland. Es un sitio web administrado por BMBF y BMWi que ofrece una visión general de las medidas políticas relacionadas con los clusters emprendidos por el Gobierno Federal, los Länder y la UE.

A continuación, se encuentra un cuadro-resumen con los principales institutos de investigación no universitarios y su presupuesto ⁽³⁵⁾.

Tabla 6. Principales institutos de investigación alemanes no universitarios y su presupuesto. Fuente: Federal Ministry of Education and Research/Elaboración propia.

INSTITUTO	BREVE DESCRIPCIÓN	PRESUPUESTO
Sociedad Max Planck	Constituida por 84 centros de investigación (Institutos Max Planck), que realizan 4.500 proyectos en 120 países enfocados en ciencias naturales, de la vida, humanidades y sociales. Cuenta con 23.000 trabajadores, de los cuales 6.500 científicos, y un 43% extranjeros.	1.900 millones de euros
Sociedad Fraunhofer	Constituida por 69 institutos con filiales distribuidas por el mundo, es una organización de investigación aplicada que lleva a cabo proyectos tanto para empresa pública como privada. Cuenta con más de 24.000 empleados, de los cuales 9.000 son científicos y 900 son extranjeros.	2.400 millones de euros
Asociación Helmholtz	Constituida por 18 centros de investigación, trabaja en diversos campos como la energía, medioambiente, salud o tecnología. Cuenta con 39.000 empleados, de los cuales 22.500 son científicos y 10.000 son extranjeros.	4.500 millones de euros
Asociación Leibniz	Constituida por 91 institutos de investigación, desarrolla su actividad tanto para instituciones públicas como empresas en campos como ciencias sociales, naturales, espaciales, ingeniería o humanidades. Cuenta con más de 19.000 empleados, de los cuales 9.000 son científicos y 3.494 son extranjeros.	1.900 millones de euros
Academias de Ciencias y Humanidades	Son un total de 8 academias constituidas por personal relevante en el ámbito de las ciencias y las artes que coordinan proyectos de investigación y tienen función asesora. Cuentan con más de 2.000 miembros	66,8 millones de euros

Respecto a la investigación industrial, las empresas alemanas están especialmente involucradas en la investigación aplicada y trabajan estrechamente con universidades, universidades de ciencias aplicadas e institutos de investigación no universitarios.

La industria y la investigación cooperan en muchas áreas. La Fundación de Investigación Alemana (DFG), una organización sin ánimo de lucro formada por centros de investigación, universidades y científicos apoya la transferencia de conocimiento entre la investigación y la industria. El Gobierno Federal y los Länder están presentes, pero las decisiones las determinan criterios científicos. Hay numerosos programas conjuntos y proyectos de investigación que involucran a empresas ⁽³⁵⁾.

3.3. FINANCIACIÓN

En 2016, el gasto en investigación y desarrollo fue de 92.000 millones de euros. Del total, más de dos tercios procedían de la industria, con una financiación de 63.000 millones de euros. Las instituciones de educación superior representaban el 18% (16.600 millones), y las instituciones de investigación no universitarias invirtieron el 14% (12.700 millones de euros) del total de I+D. La siguiente figura muestra el presupuesto en I+D alemán según su procedencia ⁽³⁸⁾.

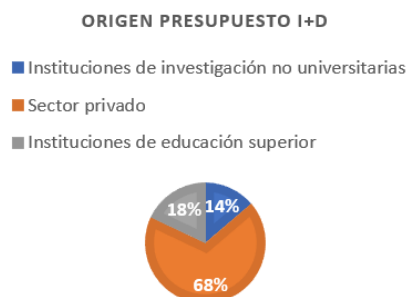


Figura 8. Presupuesto de I+D según fuente de financiación. Fuente: Federal Ministry of Education and Research/Elaboración propia.

El gasto en las instituciones de educación superior es proporcionado por el sector público (81%), la industria (14%) y por financiamiento internacional (5%) ⁽³⁸⁾.

Respecto a la investigación industrial, casi la totalidad de su presupuesto (90%) está financiado por la propia industria. Solo un 3% del presupuesto corresponde a financiación procedente del sector público, y el 7% restante es resultado de financiación internacional ⁽³⁸⁾.

Las figuras que se encuentran a continuación comparan el origen de la financiación alemana para la I+D pública en las instituciones de educación superior y la I+D privada.

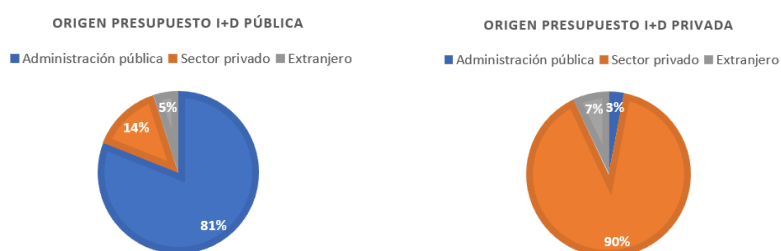


Figura 9. Presupuesto de I+D pública y privada según fuente de financiación. La primera figura muestra el origen de la I+D en instituciones de educación superior alemanas, mientras que la segunda figura muestra el origen del presupuesto en I+D del sector privado. Fuente: Federal Ministry of Education and Research/Elaboración propia.

En los clusters, la financiación pública se proporciona como capital semilla para formar redes y agrupaciones y para apoyar proyectos de investigación con la condición de que tanto la industria como los inversores privados compartan los costes. Tanto el BMBF como el BMWi apoyan este tipo de asociaciones.

Actualmente, Alemania no cuenta con incentivos fiscales para apoyar la I+D.

4. ESPAÑA

En 2016, España ha invertido 13.260 millones de euros en I+D, lo que representa el 1.19% de su PIB ⁽³⁹⁾. Se encuentra, por lo tanto, por debajo de la media europea de inversión (2.03%). Se destinaron al sector agroalimentario 207 millones de euros ⁽¹⁶⁾. Como se puede observar en la siguiente figura, la inversión en I+D en España ha descendido de forma considerable los últimos años, aunque ha cambiado la tendencia.

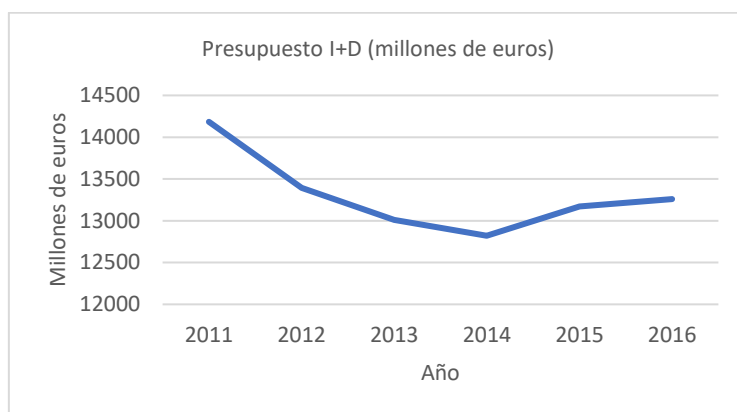


Figura 10. Evolución del presupuesto en I+D en España 2011-2016. Fuente: INE/Elaboración propia.

En términos de desempeño en innovación, el Índice Global de Innovación sitúa a España en la posición 28 ⁽¹⁷⁾. Las fortalezas relativas del sistema español de innovación se encuentran en los recursos humanos, el entorno favorable a la innovación y los sistemas de investigación atractivos. Sus debilidades relativas se encuentran en las innovaciones de las PYMES y la financiación y el apoyo ⁽⁴⁰⁾.

El sector científico está compuesto por los centros de investigación de las universidades y los organismos de investigación públicos y privados, y 2.732 investigadores en I+D por millón de habitantes ⁽²²⁾. En 2016, solo 9.162 estudiantes se matricularon en ciencias biológicas ⁽⁴¹⁾. España ocupa el puesto 12º en producción científica mundial, con 96.517 publicaciones en 2018. Además, se produjeron 9.689 publicaciones en los sectores de la agricultura y las ciencias biológicas, lo que sitúa a España como el octavo país en publicaciones de esta temática ⁽²⁰⁾.

4.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE I+D

El principal organismo público que gestiona la policía científica es la Agencia Española de Investigación, dependiente del recién creado Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU). Asimismo, algunas actividades de I+D enfocadas a la agricultura se desarrollan bajo el Ministerio de Agricultura, dentro del Programa de Grupos Operativos. La Agencia Española de Investigación se creó a finales de 2015 para poner en marcha nuevos instrumentos y mecanismos de financiación con el fin de mejorar el impacto de la inversión pública en investigación y promover una asignación competitiva de recursos basada en criterios científico-técnicos ⁽³⁹⁾.

4.2. ¿QUIÉN REALIZA LA INVESTIGACIÓN?

La mayor parte de la investigación en España es llevada a cabo por organismos públicos de investigación (OPIs) y universidades. Dos Organismos Públicos de Investigación, supervisados por el MICIU, llevan a cabo la investigación vegetal: el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) -una red de investigación multidisciplinar con 136 centros en toda España (18 de ellos en Ciencias Vegetales)- y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (INIA) de Madrid. Las universidades públicas y privadas son también actores muy importantes en el panorama de la investigación española ⁽³⁹⁾.

El CSIC es la mayor institución pública dedicada a la investigación en España y la tercera de Europa. Su objetivo principal es desarrollar y promover la investigación que contribuya al progreso científico y tecnológico. Por tercer año consecutivo, se están aplicando severas reducciones presupuestarias, comprometiendo los programas de investigación del CSIC.

El CSIC cuenta con el 6% de toda la plantilla dedicada a la Investigación y Desarrollo en España, y generan aproximadamente el 20% de toda la producción científica del país. El CSIC cuenta con 15.000 trabajadores, de los cuales 3.000 son investigadores y otros 3.000 son médicos y predoctorales ⁽³⁹⁾.

A nivel de colaboración público-privada, España no es un país que destaque. Según el informe COTEC 2017, es de suma importancia que la Administración Pública priorice las asociaciones público-privadas y que las universidades y centros de investigación orienten sus actividades de I+D a las necesidades de las empresas ⁽⁴²⁾.

4.3. FINANCIACIÓN

En 2016, el gasto en I+D fue de 13.260 millones de euros. Del total, 6.311 millones procedían del sector privado, 5.876 millones del sector público, y 1.073 millones del extranjero ⁽⁴³⁾.

La investigación pública obtuvo financiación principalmente de la administración pública, que representó el 86% del total. También recibió financiación del sector privado y del extranjero, ambos aportando un 7% del total del presupuesto ⁽⁴³⁾.

La I+D del sector privado estuvo financiada casi en su totalidad por las propias empresas, que representaron el 82% de la financiación total. Tanto el sector público como fuentes de financiación extranjeras también contribuyeron aportando ambos el 9% del total del presupuesto ⁽⁴³⁾. La figura que se encuentra a continuación permite comparar la procedencia del presupuesto español destinado a la I+D total, pública y privada

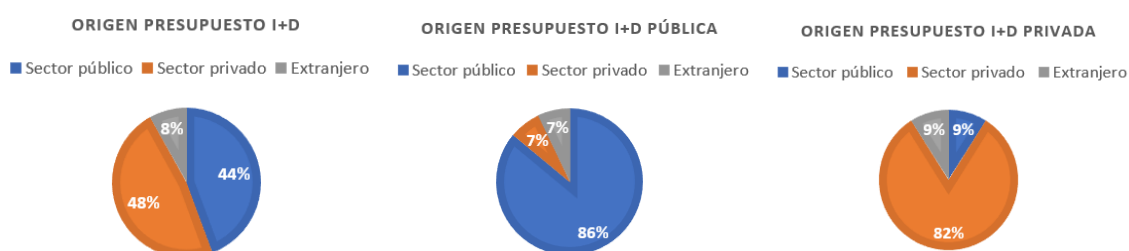


Figura 11. Presupuesto de I+D según fuente de financiación. La primera figura representa el origen del presupuesto total en I+D francés, la segunda el origen del presupuesto en I+D pública, y la tercera el origen del presupuesto de la I+D privada. Fuente: COTEC/Elaboración propia.

En España existen diferentes tipos de incentivos fiscales de la I+D en función del tamaño de la empresa. Pese a contar con un generoso programa de incentivos fiscales, el procedimiento burocrático es complejo, costoso e incierto, y no tienen mucho apoyo (0.03% PIB) ⁽²⁶⁾. Por un lado, las empresas deben elaborar un Informe Motivado Vinculante para garantizar la seguridad jurídica de las deducciones, que puede alargar de 2 a 3 años la solicitud, lo que no facilita el proceso de ayuda. Por otro lado, existe una indeterminación en cuanto a la calificación de las actividades, la determinación de los criterios de deducibilidad y en los criterios de las propias entidades certificadoras ⁽⁴⁴⁾. En consecuencia, existe un gran desaprovechamiento de estas ayudas ⁽²⁷⁾, cuyo importe en 2016 fue de 693 millones de euros ⁽⁴⁰⁾.

Dada su complejidad y falta de aplicación, se ha empezado a implementar el *Tax Lease*. Se trata de una medida fiscal que fomenta que inversores adquieran los derechos de innovación que no se utilizan en las empresas para explotarlos y obtener beneficio. A cambio, el antiguo poseedor de los derechos recibe un porcentaje de las ganancias ⁽⁴⁵⁾. A continuación, se presentan los principales ayudas a la I+D ⁽²⁵⁾.

Tabla 7. Principales incentivos fiscales para la I+D española. Fuente: YE/Elaboración propia.

INCENTIVOS FISCALES I+D	
INCENTIVO	BREVE DESCRIPCIÓN
Deducciones fiscales	Es un sistema que permite optimizar los costes de I+D y recuperar parte de los gastos de una empresa reduciendo el impuesto de sociedades. El porcentaje de deducción es del 25% de la media de gastos de los 2 años anteriores y 42% sobre el exceso de esa media. Se puede aplicar también un 17% en partida de personal investigador y un 8% en inmovilizado material e intangible.
Patent box	Consiste en la reducción en la base imponible por ingresos derivados de la cesión de determinados activos intangibles. Se trata de un incentivo para fomentar la valorización y la transferencia de conocimiento y tecnología. Concede una minoración de la base imponible del 60% de las rentas obtenidas por cesión de patentes y otros intangibles.
Bonificaciones Seguridad Social personal investigador	Bonificaciones en la cuota empresarial de la cotización a la Seguridad Social por personal investigador adscrito en exclusiva a actividades de I+D. Concede una bonificación del 40% en las aportaciones empresariales a las cuotas de la Seguridad Social para el personal investigador.

CAPÍTULO III. DISCUSIÓN

Al estudiar la innovación en España, los datos que se refieren a la clasificación de los países según su innovación no dejan al país en buen lugar. Ocupa la posición 28, lejos de Holanda, Alemania o Francia que se encuentran entre los 20 primeros países.

Sin embargo, al sistema español de innovación se le han identificado algunas fortalezas, como los recursos humanos, haciendo referencia a los profesionales altamente cualificados, y un entorno favorable para la innovación. Estas fortalezas se comprueban cuando se atiende a los datos de las publicaciones científicas, y es que España ocupa el octavo lugar mundial en publicaciones sobre ciencias agrícolas y biológicas con 9.689 publicaciones, por encima de otros países con mayor tasa de éxito como Francia (9.151 publicaciones) o Países Bajos (4.798).

Estos resultados, llevan a pensar que España tiene una buena base científica, pero falla a la hora de aprovecharla e impulsarla, y por esa razón no tiene tanto éxito como esos países en cuanto a la I+D y proyectos.

Al comparar la estructura y ejecución de la I+D en Holanda, Francia, Alemania y España, se localiza una primera gran debilidad que puede repercutir de forma importante en el éxito de la I+D de un país. Existe una gran diferencia en la cantidad de dinero que se invierte en investigación, que se compara en la siguiente tabla.

Tabla 8. Comparativa de la inversión en I+D (en millones de euros) en Holanda, Francia, Alemania y España, y de lo que representa esa inversión en el PIB de cada país. Fuente: elaboración propia a partir de los datos presentados.

	Holanda	Francia	Alemania	España
Presupuesto I+D 2016	14.143	53.000	92.000	13.260
% PIB	2.03	2.38	2.94	1.19

La inversión en I+D es clave para los sectores productivos del país. Permite a las empresas y a las distintas organizaciones obtener beneficios y generar información y conocimientos para tratar de resolver los problemas que surgen. En el caso de la ciencia de plantas, los mencionados en la introducción. A pesar de la importancia de invertir, los datos reflejan que España no invierte lo mismo que sus países vecinos. Y no solo eso, cuando se compara la evolución del gasto en I+D en los últimos años, mientras que estos tres países han recuperado los niveles de inversión pública en I+D observados antes del inicio de la crisis económica, España no lo ha hecho.

También es destacable el bajo número de estudiantes en ciencias biológicas con respecto a los demás países. Si bien una de las fortalezas de España es que produce grandes profesionales, resulta llamativo que una pequeña parte de la población se decante por estos estudios, a diferencia de países como Francia,

donde los estudiantes matriculados en ciencias biológicas en 2016 fueron 51.253, por los 9.162 de España. Estos datos reflejan que España no es capaz de estimular a los estudiantes a incorporarse a estas carreras científico-técnicas ni es capaz de retener el talento. En España hay 2.732 investigadores dedicados a la I+D por millón de personas, un dato muy por debajo del que presentan en Alemania (4.893), Francia (4.307, dato de 2015) y Holanda (4.843) ⁽²²⁾.

En relación con las universidades, es de suma importancia para el desarrollo de la I+D la transferencia de tecnología. En las universidades la I+D no se encuentra suficientemente orientada a las demandas empresariales, el sistema educativo no proporciona competencias adecuadas, y las empresas no dedican suficientes recursos al no considerar la innovación como elemento de competitividad ⁽⁴¹⁾. La colaboración público-privada permite que la investigación realizada en la universidad o centros públicos de investigación se integre en el tejido productivo, generando conocimiento y respuesta tanto a los retos sociales como a las necesidades de las empresas. De forma más concreta, es la responsable de que España no tenga tantas variedades vegetales como Holanda, Francia o Alemania y, por tanto, no tenga tanta capacidad de explotación y generar beneficios.

En este sentido, en Europa hay buenos referentes en los que fijarse. El principal es el “Food Valley” holandés, donde más de 1.510 compañías y 20 institutos de investigación forman una red de colaboración que estimula el avance de la ciencia y su transformación a una aplicación real.

Otros modelos holandeses que podrían estimular esta faceta serían la implementación de incentivos como la “Asignación para asociaciones público-privadas en I+D” para dar más facilidades a esta práctica, o la creación de un TKI. Los TKI reúnen a emprendedores e investigadores para trabajar en productos y conceptos innovadores con el objetivo de estimular la colaboración público-privada y dar una ayuda financiera a estas colaboraciones. ⁽⁴⁶⁾.

La última de las debilidades del sistema español de innovación que surge al compararlo con Holanda, Francia y Alemania es la baja inversión del sector privado. Desde el punto de vista de las políticas públicas de apoyo presupuestario al gasto privado en I+D, España dedica un esfuerzo en torno al 0.09% del PIB. Francia y Holanda, por su parte, dedican en torno al 0.42% del PIB y 0.19%, respectivamente ⁽²⁶⁾. Por otro lado, Alemania tiene niveles de apoyo menores pero una mayor inversión privada de un sector industrial más potente que necesita menos ayudas. La comparativa del apoyo público a la I+D tanto de forma directa como indirecta (incentivos fiscales) con relación al PIB se muestra en la siguiente figura.

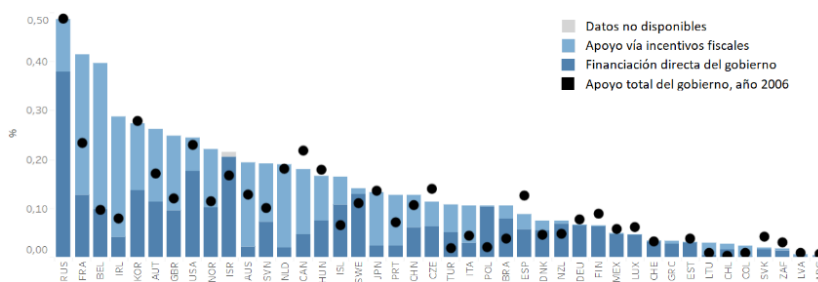


Figura 12. Apoyo público a la I+D con relación al PIB por países. Fuente: OECD.

España tiene una estructura empresarial caracterizada por elevado peso de las PYMES y por la falta de grandes inversores privados, lo que genera un ecosistema empresarial poco innovador (40). Por lo tanto, los incentivos fiscales españoles en materia de I+D son una interesante opción para cambiar la situación. Pese a contar con poco apoyo público, estas ayudas resultan atractivas pues han recibido una gran puntuación en un estudio elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (47), en el cual se comparan diversos aspectos de los sistemas de los diferentes países para estimar la intensidad de las ayudas sobre el total de gastos de I+D. A continuación, se muestran los resultados. La imagen compara “Large” (empresas) con “SME” (PYMES) según sean “profitable firm” (rentables) o “loss-making firm” (no rentables).

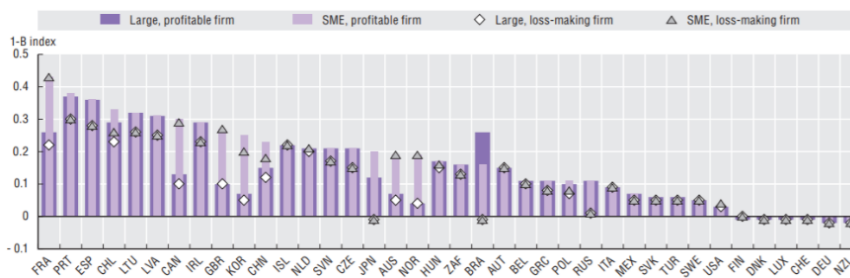


Figura 13. Intensidad de las ayudas sobre el total de gastos de I+D por países. Fuente: OECD.

Tras observar el estudio, se concluye que, en general, Francia y España tienen marcos fiscales muy beneficiosos para actividades de I+D, pero las ayudas concedidas y el apoyo de estas herramientas por parte del gobierno son mucho más bajas en España, véase la Ilustración 12. Esto tiene como consecuencia que el peso y el importe de este tipo de ayudas sea menor en España (693 millones de euros) (40) que en Francia (6.300 millones de euros), ambos datos en 2015 (30).

Resulta curioso que, siendo un sistema atractivo, se utilice poco. En comparación con otros países, se detectan dos principales problemas que perjudican su utilización: las empresas y el Gobierno. Las empresas, por su parte, se encuentran en un ecosistema poco innovador, como se ha mencionado. Las empresas tienen pocos recursos, por lo que un procedimiento largo y costoso junto con que tienen un gasto más reducido en estas actividades provoca que no les compense la aplicación de los incentivos. A nivel del Gobierno, la indefinición de los criterios de calificación y deducibilidad, y entre las entidades responsables de la emisión de los propios Informes Motivados Vinculantes (44), provoca que el proceso de aplicación resulte complejo e incierto.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIÓN

En conclusión, España es un país con una fuerte base científica pero que no es aprovechada. La I+D es crucial si se quiere hacer frente a los próximos retos a los que se enfrentará la sociedad, por lo que una I+D fuerte no solo reportará beneficios económicos sino conocimientos para resolver los futuros problemas. Para corregir la situación, España debe cambiar en algunos aspectos.

1. Es de suma importancia aumentar la inversión en I+D. Este apoyo no solo debe ser de forma directa. España cuenta con un sistema de incentivos fiscales para la I+D de los más beneficiosos. Esto, junto con un ecosistema empresarial en el que las PYMES tienen un gran peso, hace de estas herramientas una gran opción para fomentar la inversión privada y estimular a las PYMES a realizar actividades de I+D.

Como se trata de medidas beneficiosas, solamente sería necesario impulsar su utilización. Algunas medidas que podría tomar el gobierno español son el aumento de apoyo público a los incentivos fiscales y aclarar los criterios. Con relación a los trámites, si una simplificación semejante al modelo holandés que utiliza solo una herramienta online pudiera generar dudas respecto al respaldo jurídico, sería necesario simplificar el Informe Motivado Vinculante, tanto a nivel de gestión como de costes. Se podría entonces tomar como referencia el modelo francés, que solamente necesita 2 meses para presentar este tipo de informes para optar al CIR.

2. El apoyo también debe dirigirse hacia los investigadores. En España hay un menor número de estudiantes en carreras de ciencias de la vida y, en consecuencia, un menor número de investigadores de I+D. Resulta, por tanto, necesario que se estimule a los estudiantes para su incorporación a estas carreras para así aprovechar un mayor potencial científico, a la vez que se adecúan los planes de estudio para cubrir las necesidades de las empresas y que el gobierno garantice la estabilidad laboral de los investigadores, de modo que no solo se forme científicos, sino que encuentren un ambiente profesional atractivo para quedarse en España a desarrollar su actividad. Formar talento para otros países no aumentará el éxito de la investigación española.

3. La inversión y la generación de conocimiento debe tener una aplicación que permita beneficiarse y obtener resultados de la investigación desarrollada. Para aprovechar el conocimiento y llevar la innovación a una aplicación práctica de la que se obtengan resultados que beneficien al sistema español, es necesario impulsar la colaboración público-privada como lo hacen otros países.

La colaboración público-privada que fomenta la transferencia de tecnología es clave para dirigir el conocimiento a una aplicación. Para fomentarla, España tiene numerosos ejemplos en los países europeos. El gobierno español podría tratar de adaptar algunas de estas medidas para impulsar esta faceta. Buenos modelos son incentivos como la "Asignación para asociaciones

público-privadas en I+D” para impulsar la participación de investigadores en proyectos empresariales, la creación de un TKI, o fijarse en el funcionamiento de la DFG alemana, donde se fomenta la cooperación entre los agentes del tejido empresarial y los investigadores, y las decisiones son tomadas por criterios científicos, estrechando la comunicación ciencia-empresa. También sería importante concienciar de la importancia de la transferencia de tecnología y profesionalizar los equipos encargados de ella, aumentando la formación en este campo.

En definitiva, España debe aumentar la inversión en I+D, estimular a los estudiantes y ofrecer un ecosistema académico atractivo y excelente, apoyar la transferencia de tecnologías, y modificar la financiación de la I+D, aumentando el apoyo a los actores de la innovación e involucrando más al sector privado si quiere que los resultados en I+D mejoren. Esto no solo beneficiaría de forma directa al país y al sector científico, mejorando sus resultados, sino que convertiría a España en un destino atractivo para la innovación, lo cual provocaría la llegada de inversión y talento extranjero que contribuirían a seguir mejorar el sistema de I+D del país.

CAPÍTULO V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UK Plant Science Federation (2014). *UK Plant Science: Current status and future challenges*. Disponible en Internet: https://www.rsb.org.uk/images/pdf/UK_Plant_Science-Current_status_and_future_challenges.pdf, consultado el 20 de marzo de 2019.
2. Serpil Savci (2012). *Investigation of Effect of Chemical Fertilizers on Environment*. Disponible en Internet: <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.04>, consultado el 3 de julio de 2019.
3. FAO (2018). *More people, more food, worse water? A global review of water pollution from agriculture*. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>, consultado el 3 de julio de 2019.
4. Boland Mike. *Global food supply: the world's need for protein*. Disponible en Internet: <http://www.riddet.ac.nz/sites/default/files/content/2013%20Protein%20supply%20Mike%20Boland.pdf>, consultado el 26 de mayo de 2019.
5. FAO, página web (2012). *Día Mundial del Agua: se requieren 15.000 litros de agua para generar un kilo de carne*. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/229495/>, consultado el 28 de mayo de 2019.
6. FAO (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks*. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/3/i3671e/i3671e.pdf>, consultado el 28 de mayo de 2019.
7. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2016). *Adaptación al cambio climático en el sector agrario*, dentro del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Disponible en Internet: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/impactos_vulnerabilidad_adaptacion_cambio_climatico_sector_agrario__tcm30-178448.pdf, consultado el 28 de mayo de 2019.
8. IPCC (2018). Special Report: *Global Warming of 1.5°C*. Disponible en Internet: <https://www.ipcc.ch/sr15/>, consultado el 28 de mayo de 2019.
9. CDTI (2014). Guía rápida Horizonte 2020. Disponible en Internet: http://www.cdti.es/recursos/doc/5811_10111011201320716.pdf, consultado el 15 de mayo de 2019.
10. Comisión Europea (2017). Interim Evaluation of Horizon 2020. Societal challenge 2: Food Security, Sustainable Agriculture and Forestry, Marine, Maritime and Inland Water Research Bioeconomy. Disponible en Internet: https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/ec-rtd_interim_evaluation_studies-and-report.pdf, consultado el 15 de mayo de 2019.
11. UPOV (2018). *PLANT VARIETY PROTECTION STATISTICS for the period 2013-2017*. Disponible en Internet: https://www.upov.int/meetings/en/doc_details.jsp?meeting_id=48108&doc_id=419517, consultado el 22 de junio de 2019.

12. BIOVEGEN (2018). *Mecanismos de financiación, colaboración ciencia-empresa y proyectos I+D*. Consultado el 25 de marzo de 2019.
13. Cajamar (2017). *Observatorio sobre el sector agroalimentario español en el contexto europeo*. Disponible en Internet: <https://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/informes-coyuntura-coyuntura/observatorio-sobre-el-sector.pdf>, consultado el 25 de marzo de 2019.
14. Rathenau Instituut (2017). *Funding and performance of R&D in the Netherlands*. Disponible en Internet: <https://www.rathenau.nl/en/science-figures/investments/how-much-does-netherlands-spend-rd/funding-and-performance-rd>, consultado el 10 de mayo de 2019.
15. Eurostat (2017). *R&D expenditure in the EU remained stable in 2016 at just over 2% of GDP*. Disponible en Internet: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/8493770/9-01122017-AP-EN.pdf/94cc03d5-693b-4c1d-b5ca-8d32703591e7>, consultado el 10 de mayo de 2019.
16. Donor Tracker, página web (2016). Disponible en Internet: <https://donortracker.org/sector/agriculture>, consultado el 15 de junio de 2019.
17. WIPO (2018). *Global Innovation Index Rankings 2018*. Disponible en Internet: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018-intro5.pdf, consultado el 13 de mayo de 2019.
18. Comisión Europea (2018). *RIO Country Report 2017: The Netherlands*. Disponible en Internet: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/country-analysis/Netherlands/country-report>, consultado el 13 de mayo de 2019.
19. CHEPS (2018). *Overview of the Dutch science system*. Disponible en Internet: <https://www.utwente.nl/en/bms/cheps/research/CHEPSWorkingPaperSeries/chepswpseries201804.pdf>, consultado el 13 de mayo de 2019.
20. Scimago Journal & Country Rank, página web (2019). Disponible en Internet: <https://www.scimagojr.com/>, consultado el 14 de mayo de 2019.
21. WUR (2017). *Annual report 2017*. Disponible en Internet: <https://www.wur.nl/en/About-Wageningen/Annual-report-Wageningen-University-Research.htm>, consultado el 25 de mayo de 2019.
22. Banco Mundial, página web (2019). *Investigadores dedicados a la Investigación y Desarrollo (por millón de habitantes)*. Disponible en Internet: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>, consultado el 1 de julio de 2019.
23. AERES University of Applied Sciences (2016). *Dutch agrifood industry has all the right ingredients for success*. Disponible en Internet: <https://www.aeresuas.com/news/hollands%20taste%20for%20innovation>, consultado el 25 de mayo de 2019.

24. Hoenen, S., Kolympiris, C., Wubben, E., & Omta, O. (2017). *Technology Transfer in Agriculture: The Case of Wageningen University*. From *Agriscience to Agribusiness*, 257–276. doi:10.1007/978-3-319-67958-7_13.
- 25.EY (2017). *Worldwide R&D Incentives Reference Guide 2017*. Disponible en Internet: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-worldwide-randd-incentives-reference-guide-2017/\\$FILE/EY-worldwide-randd-incentives-reference-guide.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-worldwide-randd-incentives-reference-guide-2017/$FILE/EY-worldwide-randd-incentives-reference-guide.pdf), consultado el 22 de junio de 2019.
- 26.OECD (2019). *Measuring tax support for R&D innovation*. Disponible en Internet: <https://www.oecd.org/sti/rd-tax-stats.htm>, consultado el 3 de julio de 2019.
- 27.Comisión Europea (2014). *A Study on R&D Tax Incentives*. Disponible en Internet: https://ec.europa.eu/taxation_customs/sites/taxation/files/resources/documents/taxation/gen_info/economic_analysis/tax_papers/country_fiches.pdf, consultado el 4 de julio de 2019.
- 28.MESRI (2019). *Dépenses de recherche et développement en France*. Disponible en Internet: http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/2019/30/6/NI_2019_1_RetD_agregats_1069306.pdf, consultado el 11 de mayo de 2019.
- 29.Office for Science & Technology Embassy of France in the United States (2014). *Research & Innovation in France*. Disponible en Internet: <https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/boston-2014/FR-Minh-Ha%20Pham.pdf>, consultado el 11 de mayo de 2019.
- 30.Comisión Europea (2018). *RIO Country Report 2017: France*. Disponible en Internet: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/country-analysis/France/country-report>, consultado el 12 de mayo de 2019.
- 31.MESRI (2017). *Les étudiants inscrits dans les universités françaises en 2016-2017*. Disponible en Internet: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid124877/les-etudiants-inscrits-dans-les-universite-francaises-en-2016-2017.html>, consultado el 27 de junio de 2019.
- 32.Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (2018). *État de l'enseignement supérieur et de la recherche*. Disponible en Internet: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid132899/l-etat-enseignement-superieur-recherche-france-juillet-2018.html>, consultado el 12 de mayo de 2019.
- 33.MESRI (2017). *Les coopérations public-privé pour l'innovation en France*. Disponible en Internet: <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid113414/les-cooperations-public-privé-pour-l-innovation-en-france.html>, consultado el 3 de julio de 2019.
- 34.BOI (2016). *SJ - Mise en place du rescrit CIR «roulant» (LPF, art. L.80 B, 3°) et mise à jour de la liste des organismes chargés de soutenir l'innovation compétents pour apprécier l'éligibilité des projets de*

recherche au CIR (LPF, art. L. 80 B, 3° bis). Disponible en Internet: <http://bofip.impots.gouv.fr/bofip/10629-PGP?branch=2>, consultado el 5 de julio de 2019.

35. Federal Ministry of Education and Research, página web Research in Germany (2018). *Research Performing organisations*. Disponible en Internet: <https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/research-organisations.html>, consultado el 15 de mayo de 2019.

36. Comisión Europea (2018). *RIO Country Report 2017: Germany*. Disponible en Internet: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/country-analysis/Germany/country-report>, consultado el 15 de mayo de 2019.

37. Statista (2019). *Studienfächer mit den meisten Studierenden an Hochschulen in Deutschland 2015/2016*. Disponible en Internet: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2140/umfrage/anzahl-der-deutschen-studenten-nach-studienfach/>, consultado el 27 de junio de 2019.

38. Federal Ministry of Education and Research, página web Research in Germany (2018). *Research funding*. Disponible en Internet: <https://www.research-in-germany.org/en/research-funding.html>, consultado el 15 de mayo de 2019.

39. BIOVEGEN (2018). *Plant science funding opportunities in Spain*. Consultado el 22 de mayo de 2019.

40. Comisión Europea (2018). *RIO Country Report 2017: Spain*. Disponible en Internet: <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/library/rio-country-report-spain-2017>, consultado el 22 de mayo de 2019.

41. INE, página web (2019). *Alumnos matriculados en ciencias biológicas 2016*. Disponible en Internet: <http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/Universitaria/Alumnado/1GradoCiclo/Nuevolngreso//l0/&file=GradoNuevolngresoAmbitoTipoUni.px&type=pcaxis>, consultado el 26 de junio de 2019.

42. COTEC (2017). *Informe COTEC 2017*. Disponible en Internet: <https://cotec.es/proyecto/informe-cotec-2017/>, consultado el 3 de julio de 2019.

43. COTEC (2018). *Informe COTEC 2018*. Disponible en Internet: http://informecotec.es/media/Informe-Cotec_2018_versi%C3%B3nweb.pdf, consultado el 24 de mayo de 2019.

44. Pérez-Llorca (). *Aspectos jurídicos y prácticos más relevantes de la I+D+i*. Disponible en Internet: <https://www.perezllorca.com/actualidad/newsletter/aspectos-juridicos-y-practicos-mas-relevantes-de-la-idi-3/>, consultado el 5 de julio de 2019.

45. BIOVEGEN (2018). *Nuevas medidas fiscales a la I+D+i: Tax Lease*. Consultado el 4 de julio de 2019.

46. OECD (2015). *Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in the Netherlands*. Disponible en Internet: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264238473-en>, consultado el 13 de mayo de 2019.

47.OECD (2017). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017*. Disponible en Internet: <https://www.oecd.org/sti/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-20725345.htm>, consultado el 3 de julio de 2019.