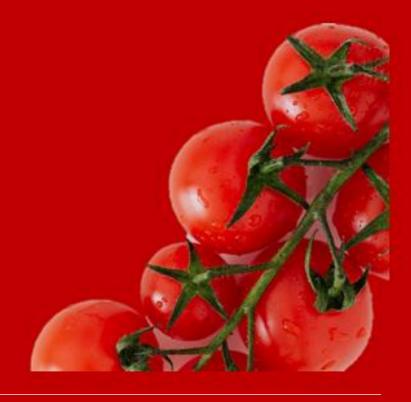
Aportación social, económica y ambiental del sector obtentor al cultivo, distribución y consumo del tomate



IMPACTOS EN LA CADENA DE VALOR AGROALIMENTARIA 2021



Elaboración y redacción: Fundación Institut Cerdà

Financiación: ANOVE

Año: 2021



Los contenidos de esta obra están sujetos a una licencia de Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 de Creative Commons. Se permite la reproducción, distribución y comunicación pública siempre que se cite el autor y no se haga un uso comercial. La licencia completa se puede consultar en:

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es

Presentación y agradecimientos

Este trabajo realizado por la Fundación Institut Cerdà analiza el impacto social, ambiental y económico que ha generado el sector obtentor a lo largo de la cadena de valor del tomate en los últimos 30 años. El estudio se enmarca en un conjunto de trabajos que analizan de forma análoga estos impactos en otros cultivos como el trigo blando, el maíz y el arándano.

El estudio se ha desarrollado mediante una metodología analítica y participativa para poder evaluar de forma cualitativa y cuantitativa los impactos de la mejora vegetal en el tomate, y al mismo tiempo generar un consenso por parte de los agentes de la cadena de valor agroalimentaria del tomate, desde la producción hasta el consumo.

Por ello, el estudio ha contado con la implicación de múltiples agentes de la cadena y grupos de interés mediante la realización de distintos procesos participativos. Esta participación se ha dado mediante diferentes canales que han permitido la interacción entre expertos, empresas y representantes del sector a través de entrevistas en profundidad, comités de expertos, y cuestionarios.

En este sentido, la Fundación Institut Cerdà agradece el tiempo, la dedicación y la iteración continua y valiosa al conjunto de expertos y colaboradores consultados y entrevistados durante el desarrollo del proyecto. En especial queríamos agradecer a los miembros del Comité Técnico de Expertos del tomate, Santiago Díaz, Fernando de la Torre, Jose Manuel Fernández, Isidoro Carricondo y Francesco Trunfio por la información aportada dentro y fuera de los Comités y a las empresas obtentoras del sector del tomate por la información aportada a través de cuestionarios y entrevistas en profundidad, en particular a Luis Martín, Rafael Bonet e Israel Roca.

La Fundación Institut Cerdà es una fundación privada e independiente, con casi cuarenta años de experiencia, que se dedica a asesorar y acompañar a los agentes y organizaciones públicas y privadas en la toma de decisiones estratégicas, con la finalidad de impulsar la innovación permanente y la dinamización de la sociedad. El equipo profesional de la Fundación que ha trabajado en el desarrollo del estudio esta formado por las siguientes personas:

- Miguel Hernández | Director Área de Prospectiva. Licenciado en Ciencias Ambientales por la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Lluís Inglada | Director Área de Territorio. Licenciado en Geografía por la Universitat de Barcelona, Máster en Gestión Urbanística por la Universitat Politècnica de Catalunya y Máster en Estudios Territoriales y Urbanísticos por la UPC, UPF y la Escuela de Administración Pública de Catalunya
- Claudia Millan | Directora de proyectos. Licenciada en Administración y Dirección de Empresas y graduada en Derecho por la Universidad Pompeu Fabra.
- Natalia Bernabé | Consultora. Graduada en Bioquímica por la Universitat Autònoma de Barcelona
- Jordi Ayala | Consultor. Ingeniero Industrial por la Universitat Politècnica de Catalunya y Licenciado en Sociología por la Universitat de Barcelona



Índice del documento

RESU	JME	N EJECUTIVO	11
1.	Intro	oducción	15
1.	1.	El tomate	15
1.3	2.	El sector obtentor	19
1.3	3.	Objetivo del estudio	21
2.	Met	odología	22
3.	Mejo	oras introducidas por el sector obtentor	24
3.	1.	Evolución del cultivo y mejoras	24
3.	2.	Inversión efectuada en I+D+i en el subsector en los últimos años	30
4.	Impa	actos ambientales, sociales y económicos en la fase de producción	38
4.	1.	Hipótesis de aportación del sector obtentor consideradas	38
4.	2.	Impactos ambientales	44
4.	3.	Impactos económicos	58
4.	4.	Impactos sociales	63
5.	Impa	actos ambientales, sociales y económicos en la fase de distribución y consumo	66
5.	1.	Impactos ambientales	67
5.:	2.	Impactos socioeconómicos	67
6.	Princ	cipales conclusiones	79
7.	Refe	rencias	85
ANE	xos.		91
Anex	ко 1 -	- Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España	92
Anex		- Cuestionario referente a la I+D+i de las compañías obtentoras en el cultivo del	102

产生从某一人工作的

Índice de Figuras

Figura 1. Principales datos macroeconómicos del tomate (FAO y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019)15
Figura 2. Consumo y gasto de tomate por persona en España (Panel de Consumo Alimentario, MAPA, 2019a)
Figura 3. Superficie y producción de tomate en España (Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019).
Figura 4. Distribución de la superficie y la producción de tomate en las tres comunidades autónomas con mayor presencia del cultivo (MAPA, 2019)17
Figura 5. Evolución de la superficie y producción de tomate en España entre 1990 y 2018 (MAPA, 2019b)17
Figura 6. Exportación media de tomate en España y país de destino en los últimos 5 años (Data Comex, 2020)
Figura 7.Esquema de la cadena de valor agroalimentaria desde la producción hasta el consumo21
Figura 8. Principales tipologías de impactos analizadas en los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria en este documento22
Figura 9. Este documento analiza los datos evolutivos y la relación con las innovaciones del sector obtentor
Figura 10. Entidades y miembros que han formado parte del Comité de Expertos del tomate para la elaboración de este documento
Figura 11. Diferencias de tamaño en los antecesores del tomate. (Gramazio et al.,2020) 24
Figura 12. Proceso de hibridación en la obtención de tomate (simplificado)25
Figura 13. Principales objetivos de la mejora vegetal del tomate. Adaptado de Bergougroux (2014)26
Figura 14. Evolución de la productividad del cultivo de tomate en España (MAPA, 2020) 26
Figura 15. Uso de portainjertos en tomate. Elaboración propia
Figura 16. Evolución del registro de variedades de tomate de la UE (CPVO, 2021)29
Figura 17. Distribución del volumen de negocio de las organizaciones del sector obtentor en el cultivo del tomate en España en 2019 (encuesta propia).
Figura 18. Radiografía de las 11 compañías del sector obtentor en el cultivo del tomate en España (cuestionarios enviados a las compañías asociadas a ANOVE que trabajan en el cultivo del tomate)30
Figura 19. Distribución geográfica de los centros de investigación y/o desarrollo de las compañías del sector obtentor que trabajan en el cultivo del tomate
Figura 20.Evolución del registro de variedades de tomate en España (Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021)31
Figura 21. Nuevas variedades de tomate registradas en total des de 2003 y por parte de las empresas del cultivo del tomate encuestadas en este estudio, durante los ejercicios 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019 (encuesta propia)31

Figura 22. VAB y puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos aportados al conjunto de la economía española por parte de las empresas del sector obtentor del cultivo del tomate durante el año 2019
Figura 23. Principales eslabones de la cadena agroalimentaria considerados para determinar los principales impactos de las iniciativas en I+D+i
Figura 24. Puntuación total de las 25 iniciativas para cada eslabón de la cadena agroalimentaria (sobre 10)
Figura 25. Inversión interna e inversión externa en I+D+i por parte de las empresas obtentoras del cultivo del tomate en 2019 (encuesta propia)
Figura 26. Porcentajes de compra externa de I+D+i a otras organizaciones por parte de las empresas obtentoras del cultivo del tomate en 2019 (encuesta propia)37
Figura 27. Principales retos de la cadena agroalimentaria que afronta el sector obtentor en los impactos analizados en este documento
Figura 28. Elementos que influyen en el incremento de rendimiento
Figura 29. La innovación se relaciona con el factor total de productividad
Figura 30. Factores considerados ligados a la innovación
Figura 31. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad de los cultivos durante la segunda mitad del s.XX, según distintas fuentes consultadas
igura 32. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del tomate durante la segunda mitad del siglo XX y en las últimas décadas según distintas fuentes consultadas 41
Figura 33. Ejemplo de hipótesis recogida en el documento
Figura 34. Uso de fertilizantes en el cultivo del tomate. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, CyL, C-LM, Extremadura, Murcia y C. Valenciana) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores)
Figura 35. Uso de fitosanitarios en el cultivo del tomate. Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Castilla y León, Castilla-la Mancha, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores) 46
Figura 36. Superficie dedicada al cultivo de tomate en España entre 1990 y 2018 57
Figura 37.Impactos en el eslabón de producción y promedio en toneladas de tomate entre los años 1990 y 2018 y anual
Figura 38. Impactos en el eslabón de producción en los ingresos de los agricultores y de promedio entre los años 1990 y 2017 y anual
Figura 39. Valor Añadido Bruto durante el período 1990 y 2017 y anual generado por la actividad obtentora
Figura 40. Puestos de trabajo anuales promedio durante el periodo 1990-2017 generados por la actividad obtentora
Figura 41. Principales canales de comercialización del tomate fresco. Fuente: MAPA, 2019 66
Figura 42. Radiografía del consumo de tomate fresco en España. Fuente: MAPA, 2019 66
Figura 43. Evolución del consumo de tomate fresco en los hogares (MAPA, 2019)67
Figura 44. Evolución del consumo interno y de las exportaciones de tomate fresco (Panel de consumo alimentario en Hogares y Anuario de Estadística, MAPA 2019)

Figura 45. Evolución consumo de tomate para consumo en fresco en los hogares, y de las exportaciones en España (MAPA, 2019b; MICT, Datacomex, 2019)
Figura 46. Evolución del consumo de tomate fresco en los hogares en valor y cantidad (MAPA, 2019)
Figura 47. Comparativa entre la evolución de la exportación anual de tomate en España y la parte proporcional de la producción adicional de tomate atribuible al sector obtentor que estaría destinada a la exportación, según el porcentaje de exportación anual del tomate de los últimos años (Panel de consumo alimentario en Hogares y Anuario de Estadística, MAPA 2019)
Figura 48. Parámetros de calidad del tomate apreciados por el consumidor. Fuente: elaboración propia
Figura 49 Evolución de la diversidad del tomate en el noreste europeo. El H-índex fue calculado mediante la frecuencia de SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) en cada época (Schouten, 2019)
Figura 50. Ejemplos sobre líneas de investigación del sabor por parte del sector obtentor 76

FALK LANGE OF STREET

RESUMEN EJECUTIVO

El comienzo de la cadena alimentaria y de otras cadenas de consumo, es la semilla. Tradicionalmente se tiende a olvidar y se empieza a hablar de la planta y del producto obtenido, pero antes se encuentra una etapa imprescindible que se encarga de la semilla, el único insumo imprescindible para el sostenimiento de la cadena de consumo tal como la entendemos, segura y diversa.

La obtención vegetal es una actividad **altamente tecnológica y de enorme trascendencia económica**, basada en la investigación y desarrollo de nuevas variedades de plantas. Dan respuesta a las demandas de los consumidores finales contribuyendo a la sostenibilidad económica, medioambiental y social de toda la cadena alimentaria y de los cultivos de uso industrial. Entre la década de los sesenta y el año 2000, **los incrementos de productividad han sido espectaculares en todos los cultivos**. Esto ha supuesto que, por ejemplo, en el caso del maíz, el aumento de la productividad haya aumentado en este periodo más del 400% y otros cultivos como el tomate, haya alcanzado un incremento de la productividad de más del 250%.

En este contexto, el papel de la industria de semillas y plantas, los mejoradores vegetales y su capacidad para investigar e innovar, va a ser esencial para el futuro agrario español y europeo y para el alimentario e industrial, a nivel mundial.

La facturación total de las empresas del sector obtentor en el negocio de las semillas y plantas mejoradas en España en 2019 fue de 733 millones de euros¹. Esta cifra representa el 3% del total de la producción vegetal en el sector agrario en España. **Pese a su importancia, existen aún pocos estudios que hayan cuantificado su relevancia en España**. Este documento analiza y captura el impacto de la mejora vegetal en la cadena alimentaria española **para un cultivo específico, el tomate, por la importancia** de este cultivo en España.

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el mundo y la de mayor valor económico. Con más de 20.000 variedades de tomate en el mundo, el valor de su producción mundial alcanzó los 40.083 millones de euros en 2018 y se estima que el precio medio de un kilo de sus semillas ya supera en la actualidad al del oro. También es uno de los alimentos más característicos de la dieta mediterránea. Su consumo en sus diferentes versiones (en fresco o transformado -industrial-) es una importante fuente de vitaminas y nutrientes y está asociado a la prevención de enfermedades crónicas. España es un país exportador de tomate fresco. Su producción nacional cubre prácticamente las necesidades internas y le permite exportar en torno al 20% de la producción. No obstante, el incremento de la demanda mundial en el actual contexto de emergencia climática hace que la apuesta por la investigación en mejora vegetal devenga imprescindible.

A continuación, se destacan los principales impactos de la obtención vegetal en los principales eslabones de la cadena alimentaria (producción y consumo). Los datos son **resultado del análisis de datos evolutivos** proporcionados por agentes públicos y privados del sector español, y de distintos **procesos participativos** (cuestionarios, entrevistas, comité técnico) realizados con múltiples agentes de la cadena.

No existen prácticamente estudios a nivel español relativos a la aportación de la mejora vegetal al incremento de los rendimientos de los cultivos, no obstante, los análisis desarrollados indican que el incremento de rendimientos en el tomate se explicaría por lo menos en un 50% por la actividad obtentora en un escenario conservador. Esta hipótesis ha sido contrastada por el Comité de Expertos, que indicó en distintas iteraciones que la innovación varietal podría explicar un aumento de los rendimientos superior al 50%. No obstante, por prudencia, este estudio

¹ Se pueden consultar los datos de aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España en el Anexo 1 de este informe

tiene en cuenta la hipótesis de los estudios de referencia para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos. Este cálculo debería ser revisado en la medida que exista una mayor evidencia científica.

El estudio analiza los impactos del sector obtentor en toda la cadena de valor agroalimentaria: producción, transformación, distribución y consumo, según el escenario conservador y destaca los principales retos de la Estrategia europea "de la granja a la mesa" (From farm to fork), que afronta cada impacto.

1. IMPACTOS DE LA MEJORA DE TOMATE EN LA PRODUCCIÓN

El impacto más directo y estudiado de la mejora vegetal en tomate se da en su producción. Históricamente, la mejora vegetal ha estado dirigida al incremento de rendimientos, ya sea alterando la anatomía de la planta o haciéndola más resistente a estreses bióticos y abióticos. A nivel local, esto ha permitido incrementar la competitividad del campo español de diferentes maneras:

PRODUCTIVIDAD

Incrementos de productividad del 240% en los últimos 50 años, y del 88% en los últimos 30

No existen prácticamente estudios a nivel español relativos a la aportación de la mejora vegetal al incremento de estos rendimientos, no obstante, los análisis desarrollados indican que el incremento de rendimientos se explicaría, en el escenario más conservador, en por lo menos un 50% por la actividad obtentora.

3 INGRESOS

Ingresos adicionales para el campo entre 1990 y 2018 de 12.058 millones de euros

Supone un 31,2% de sus ingresos en este periodo, y una aportación promedio anual de 430,7 millones de euros, siendo más elevada en los últimos años del período.

2 PRODUCCIÓN

Producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 de 36,4 millones de toneladas

Supone un 32% de la producción en este periodo.

La aportación promedio anual sería de 1,26 millones de toneladas de tomate adicionales gracias a la mejora vege-

4 PUESTOS DE TRABAJO

15.804 puestos de trabajo anuales equivalentes en España durante el periodo 1990-2017

De los cuales 3.964 fueron creados de manera directa, 7.849 indirecta y 3.991 inducida. Estos puestos han tenido un impacto más concentrado en zonas rurales productoras de tomate (Andalucía y Extremadura), representando un 5% del empleo agrícola generado.

5 REDUCCIÓN DE INPUTS

La obtención vegetal se torna imprescindible para mantener e incrementar la producción en un contexto de reducción de inputs, permitiendo la transición del actual sistema alimentario de la UE hacia un modelo más sostenible.

La estrategia europea "De la granja a la mesa" (From farm to fork), junto a la "Estrategia sobre Biodiversidad para 2030", cuentan con un objetivo común: contribuir al logro de la neutralidad climática de aquí a 2050.

6 FITOSANITARIOS



Ahorros entre 2011 y 2016 de 1.715.494 kg de fitosanitarios

Según los cuestionarios realizados, un 36% de las iniciativas desarrolladas actualmente en la mejora vegetal cuentan con este objetivo.

7 FERTILIZANTES



Ahorros entre 2011 y 2016 de 375.378 millones de toneladas de fitosanitarios

Equivalente al 1,3% del total de fertilizantes consumidos en España durante este periodo.

8 consumo HÍDRICO



Ahorro de 15,3 millones de m3 de agua anuales en el cultivo de tomate

Equivalente al consumo de una ciudad de 294.400 habitantes. Actualmente, el 56% de las iniciativas de innovación tienen como objetivo mejorar la tolerancia del cultivo al estrés hídrico.

9 ENERGÍA



Ahorro energético total de 1.480 millones de MJ/año

Equivalente al consumo anual efectuado por 41.500 hogares. Correspondiente a la suma de los ahorros en la producción y en el transporte de tomate.

10 EMISIONES



11 DEFORESTACIÓN



Se hubieran necesitado 28.000 ha más cada año para obtener la producción existente de tomate

Si los incrementos de rendimiento gracias a la mejora desde 1990 no se hubieran producido.

Ahorro de emisiones de 90.250 t de CO2eq/año

12 CAMBIO CLIMÁTICO

Equivalente a las emisiones anuales de 57.500 coches. Correspondiente a la suma de los ahorros en la producción y en el transporte (por importación) de tomate.

13 DESPOBLACIÓN



Capacidad de crear variedades mejor adaptadas a las futuras condiciones climáticas

Por ello, un 56% de las iniciativas de innovación en relación con el tomate van encaminadas hacia la adaptación de los efectos del cambio climático.

Se afronta el envejecimiento y la despoblación

rural que está viviendo España en las últimas décadas

Gracias a la creación de puestos de trabajo, al desarrollo y a la mejora de la competitividad rural del campo español

14 RESILIENCIA



Incremento de la resiliencia de la cadena de valor a las posibles subidas de precio a nivel global del tomate

Además, la genética del tomate tiene margen de mejora para llegar a obtener productividades mayores en función del fenotipo de la planta. Estudios recientes muestran el potencial de mejoras centradas en la genética de la ramificación o en la eficiencia en la absorción y uso de nutrientes -como en el caso de la mejora de portainjertos con raíces vigorosas-.

2. IMPACTOS DE LA MEJORA DEL TOMATE EN LA DISTRIBUCIÓN Y EL CONSUMO

El sector obtentor también ha desarrollado distintas iniciativas para dar respuesta a las nuevas demandas de los consumidores.

MAYOR VIDA POSTCOSECHA



2 MAYOR DIVERSIDAD GENÉTICA



La afectación al proceso de maduración ha permitido obtener variedades de larga vida

Alargando la vida postcosecha hasta los 30 días -en relación con las variedades tradicionales, con una vida de 5 a 9 días- disminuyendo el desperdicio alimentario.

La diversidad genética de los tomates se ha multiplicado por ocho en las últimas 7 décadas

Permitiendo abrir mercados nicho para satisfacer la demanda de consumidores concretos.

3 MEJORES CALIDADES ORGANOLÉTPTICAS

La mejora genética ha permitido notables mejoras en relación con el sabor

Particularmente a partir de los años 90 y para dar respuesta a las demandas por parte de los consumidores.

4 MAYOR CALIDAD NUTRICIONAL



Pese al camino que queda aún por recorrer, se está trabajando para que estas mejoras sean factibles sin afectar al rendimiento de su producción.

5 MAYOR TRAZABILIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

El uso de semillas y plantas derivadas de la mejora vegetal evita la introducción de patógenos en la cadena de valor

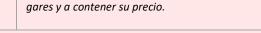
Y es claves para garantizar la trazabilidad del producto final desde el inicio de la cadena.

6 CONTENCIÓN DEL PRECIO



El incremento de rendimiento obtenido gracias a la mejora varietal ha contribuido a aumentar el consumo en ho-

ciado por el aumento de las exportaciones



En definitiva, la mejora vegetal y el sector obtentor en el tomate son piezas clave para:

- Mantener e incrementar la actividad económica y el empleo en las zonas rurales en el contexto actual de pérdida de población de las mismas.
- Adaptar los cultivos a las futuras condiciones climáticas e intensificar la agricultura de forma sostenible. Las innovaciones tecnológicas en manejo de cultivo y la mejora en las variedades vegetales van de la mano para conseguir los objetivos marcados por la Comisión Europea para la agricultura.
- Contribuir a la mejora de la calidad organoléptica o sensorial y la calidad nutricional para satisfacer las expectativas del consumidor.
- Satisfacer las demandas de los consumidores y del mercado internacional en cuanto a **diversidad de producto y a la trazabilidad del producto**.
- Alargar la vida postcosecha del tomate.

Además, todos los impactos que aporta el sector obtentor contribuyen a afrontar los principales retos establecidos por la estrategia europea "de la granja a la mesa", junto a la "Estrategia sobre Biodiversidad para 2030".





1. Introducción

1.1. El tomate

a. La importancia del tomate en el mundo

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en el mundo y la de mayor valor económico. El valor de su producción mundial alcanzó los 40.083 millones de euros en 2018 según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el precio medio de un kilo de sus semillas ya supera en la actualidad al del oro. Según la misma fuente, en 2019 el tomate constituyó aproximadamente el 30% de la producción hortícola, con más de 5 millones de hectáreas sembradas y 180 millones de toneladas cosechadas a nivel global.

Originario de América, **su utilización como planta agrícola es relativamente reciente (s.XIX)**, aunque no fue hasta principios del s.XX que su cultivo empezó a ser importante en Europa. China, India, Turquía y Estados Unidos son los mayores productores a nivel global.

En la actualidad, **el tomate es uno de los alimentos característicos de la dieta mediterránea.** Su consumo en sus diferentes versiones (en fresco o transformado -industrial-) es una importante fuente de vitaminas y nutrientes y está asociado a la prevención de enfermedades crónicas. En media, un tomate cubre el 38 % de la cantidad diaria recomendada de vitamina C, el 13% de la de vitamina B6 y el 17 % de hierro. Italia y España lideran su producción en Europa, representando juntos más del 65% de la producción comunitaria.

Con más de 20.000 variedades de tomate en el mundo, su demanda ha aumentado de manera continua y con ella su cultivo, producción y comercio en los últimos años. Su incremento responde a un aumento de la demanda mundial, que ya alcanza consumos medios mundiales de 23,46 kg/persona/año.



181M producidas en 2019

5M ha plantadas en 2019

característico de la dieta mediterránea e importante fuente de vitaminas y nutrientes cultivo de mayor valor económico hortaliza más consumida en el mundo 23 kg
consumidos por
persona y año

La producción de tomate se ha incrementado a consecuencia del crecimiento de su demanda mundial, y se prevé que continúe aumentando en los próximos años...

+20.000 variedades de tomate



Figura 1. Principales datos macroeconómicos del tomate (FAO y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019).

b. La importancia socioeconómica del tomate en nuestro país

El tomate es un producto básico de la horticultura española. La mayor producción hortícola en España en 2018 fue la del tomate, con casi 5 millones de toneladas producidas (4.768.595) entre producción para el consumo en fresco y en conserva. También fue la hortaliza más consumida entre los españoles y la más costosa en términos de gasto. Según el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA), en 2018 se consumieron una media de 13,3 kilos de tomate por persona y año -representando un 23,4% del consumo total de hortalizas frescas-. Las cebollas (7,1 kilos per cápita y 12% del consumo total) y los pimientos (4,8 kilos per cápita y 8% de consumo) ocuparon la segunda y tercera posición. En términos de gasto, los tomates concentraron el 20% del gasto de los hogares en hortalizas, con un total de 22,5 euros por persona, seguidos por las lechugas, escarolas y endivias, con el 10% y un total de 10,9 euros por persona.



Figura 2. Consumo y gasto de tomate por persona en España (Panel de Consumo Alimentario, MAPA, 2019a).

Respecto a su producción, la mayor parte de la superficie de tomate se cultiva en regadío; concretamente el 99% de las plantaciones de tomate del país requieren de recursos hídricos, siendo seis de cada diez plantaciones al aire libre. La primavera y el verano son la mejor época para su siembra, aunque su cultivo en entornos protegidos (invernaderos) permite disponer de tomate fresco en todas las estaciones.



Figura 3. Superficie y producción de tomate en España (Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019).

Andalucía y Extremadura concentran el 80% de la superficie cultivada y el 81% de la producción de tomate, extendiéndose el cultivo a lo largo de 44.528 hectáreas y produciendo 3.892.967 toneladas de tomate en todo el país (según los últimos datos publicados por el MAPA, de 2019). Lo siguen con una amplia diferencia la región de Murcia (con 4% de superficie y 5% de la producción estatal) y la comunidad de Navarra (3% de superficie y 3% de la producción). Comunidad Valenciana, Galicia, Castilla la Mancha y Cataluña se encuentran en quinta, sexta, séptima y octava posición respectivamente, con alrededor del 2% de la producción cada una.



Figura 4. Distribución de la superficie y la producción de tomate en las tres comunidades autónomas con mayor presencia del cultivo (MAPA, 2019).

Respecto a la evolución de la superfie cultivada y producción, España muestra una tendencia al alza en el cultivo y producción de tomate en los últimos 30 años, aunque con una fuerte variabilidad. La productividad media también ha aumentado en consecuencia, siendo de 81,28kg/ha en los últimos 10 años.

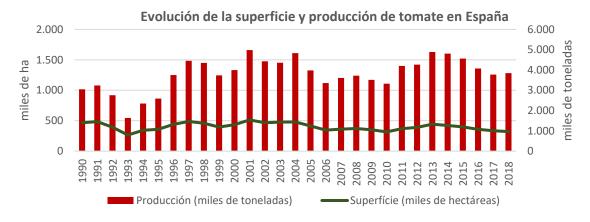


Figura 5. Evolución de la superficie y producción de tomate en España entre 1990 y 2018 (MAPA, 2019b)

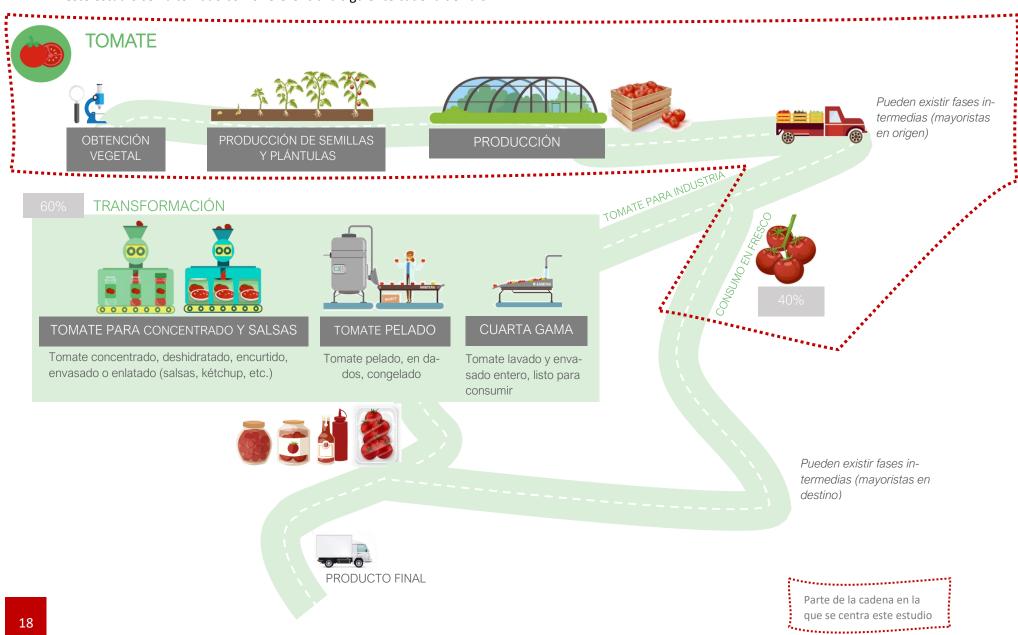
España es un país exportador de tomate fresco. Su producción nacional cubre prácticamente las necesidades internas, presentando así una balanza comercial positiva. Según datos de Datacomex, en torno al 20% de la producción española se destina a exportación de tomate fresco, ascendiendo a una media 0,85 millones de toneladas en las últimas 5 campañas. El principal socio comercial de España es la Unión Europea. En las últimas cinco campañas más del 85% de las exportaciones tuvieron como destino la comunidad europea, siendo Alemania y Francia los principales países destino de esta hortaliza, representando conjuntamente el 40% de las exportaciones españolas (25% y 15% respectivamente). El Reino Unido es el tercer país al cual más tomate exporta España, acumulando el 15% de las exportaciones.



Figura 6. Exportación media de tomate en España y país de destino en los últimos 5 años (Data Comex, 2020).

c. La cadena de valor del tomate

En este estudio se ha tomado como referencia la siguiente cadena de valor:



Con el objetivo de acotar el alcance del presente estudio de impacto, el trabajo se ha centrado en aquellas partes de la cadena en las que ha tenido un mayor impacto el proceso de mejora varietal de tomate. En consecuencia, el estudio se centra en el tomate en fresco, que representa aproximadamente el 40% del destino de la producción en España.

A continuación, se detallan más en profundidad las partes de la cadena de valor estudiadas:

- PRODUCCIÓN: explotaciones agrícolas o cooperativas de productores encargados de la producción de tomate -en exclusiva o bien en combinación con otras especies hortícolas-.
- TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN y CONSUMO EN FRESCO: operadores que integran las plataformas logísticas de transporte y distribución de tomate fresco. Son los agentes que intervienen en la distribución hasta la venta en minorista, estando en contacto directo con el cliente final.

1.2. El sector obtentor

Las plantas cultivadas de interés agrícola hoy en día existen gracias a un proceso de domesticación de plantas silvestres iniciado hace más de 10.000 años. Con el origen de la agricultura, se comenzó un proceso de selección de forma inconsciente, donde el ser humano fue escogiendo aquellas plantas y variedades donde se observaban mejor resultado y adaptación, además de realizarse un proceso de selección natural en los campos de cultivo, ya que aquellos cultivos más resistentes a los factores bióticos y abióticos tenían más probabilidad de sobrevivir.

A finales del siglo XVIII tuvo lugar uno de los primeros cruces de plantas realizados de forma consciente, iniciándose así una etapa donde la mejora vegetal se empezó a realizar en base a resultados empíricos. Posteriormente, a partir de 1900 y con el redescubrimiento del trabajo de Mendel, empezó una nueva etapa de mejora vegetal, esta vez nutriéndose de los conocimientos

en ciencia, realizada hasta día de hoy. En este sentido, la **mejora de especies vegetales** actualmente usa conocimientos en ciencias (genética, biología molecular, citogenética, etc.) y tecnologías (cruzamientos, selección genómica, hibridaciones, etc.) para conseguir plantas mejor adaptadas y más resistentes a los factores bióticos y abióticos, como pueden ser las condiciones climáticas, la salinidad del suelo o la resistencia a infecciones y plagas.

Los avances en herramientas biotecnológicas y técnicas de edición genética desarrollados los últimos años,
tienen la capacidad de acelerar los resultados de la I+D+i en la mejora vegetal, permitiendo generar variedades con las características deseadas
de forma más efectiva.

En este contexto, el sector obtentor, dedicado a la mejora vegetal, es un sector clave para la alimentación y la economía. La mejora vegetal es el origen de las cadenas agroalimentarias y de los procesos de elaboración de derivados vegetales. La competitividad y calidad de su actividad transciende en todos los eslabones de la cadena beneficiando la sociedad, el medio ambiente y la economía en su conjunto.

Sin embargo, se trata de un sector aún poco conocido entre la población, las instituciones y los mismos agentes de la cadena, que desconocen el origen de sus productos y no son conscientes de las inversiones ni del impacto de las investigaciones que desarrolla el sector. Según

las especies cultivadas, desde el proceso de investigación hasta la puesta en el mercado de la semilla puede pasar un tiempo de entre 10 y 12 años.

En España, 56 empresas obtentoras vegetales y 3 centros públicos de investigación se agrupan en torno a ANOVE (Asociación Nacional de Obtentores Vegetales) con el cometido de defender los intereses y el desarrollo del sector. En las 59 organizaciones del sector obtentor asociadas a ANOVE trabajan actualmente más de 2.500 profesionales en el sector de la semilla, la mayoría personal altamente cualificado². El 81% de las empresas del sector obtentor asociadas dispone de un departamento propio de I+D, con un total de 52 centros de I+D repartidos por España, en los que se ocupa aproximadamente el 30% de la plantilla. En el Anexo I se pueden consultar los datos de aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España.

² Se puede consultar la información actualizada en la página web de ANOVE: <u>https://www.anove.es/</u>

1.3. Objetivo del estudio

La mejora vegetal desarrollada por el sector obtentor es el origen de las cadenas agroalimentarias. Pese a su importancia, aún existen pocos estudios que hayan cuantificado su relevancia en España.

El presente documento busca capturar el impacto de la mejora vegetal en tomate, por la importancia de este cultivo en España. En particular, el presente análisis tiene como objetivos:

- Analizar las mejoras introducidas en el cultivo del tomate por parte del sector obtentor.
- Desarrollar una metodología analítica y participativa para evaluar los impactos de la mejora vegetal en el tomate, que genere consenso por parte de los agentes de la cadena.
- **3.** Evaluar la aportación en las últimas décadas del sector obtentor al medio ambiente, la sociedad, la economía y el territorio.
- **4.** Caracterizar y dimensionar los **impactos ambientales**, **económicos y sociales de la I+D+i en tomate** que realiza el sector y sus efectos en los diversos eslabones de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo.



Figura 7.Esquema de la cadena de valor agroalimentaria desde la producción hasta el consumo.

2. Metodología

Los resultados del presente estudio se basan en el análisis de **datos evolutivos** de obtención, producción, transporte, distribución y consumo de tomate en España proporcionados por agentes públicos y privados del sector.

El estudio también ha contado con la implicación de múltiples agentes de la cadena y grupos de interés mediante la **realización de distintos procesos participativos**. Esta participación se ha dado mediante diferentes canales que han permitido la interacción entre expertos, empresas y representantes del sector a través de entrevistas en profundidad, comités de expertos, y cuestionarios.

A continuación, se detallan los instrumentos metodológicos utilizados para la elaboración de este trabajo:

 CUESTIONARIO A LAS EMPRESAS DE OBTENCIÓN VEGETAL: para la realización del estudio se han realizado entrevistas telefónicas y en profundidad a empresas especializadas en la obtención de tomate en España, a lo que se han añadido las aportaciones recibidas a través del 98% de las empresas de obtención de tomate en España, en términos de volumen de facturación.

Los cuestionarios han sido la principal fuente de información utilizada para cuantificar los objetivos de la mejora varietal en los últimos 3 años, y aproximar el impacto esperado de la I+D+i del sector en el conjunto de la cadena. Se distinguen tres tipos de impactos, que vertebran el presente documento: ambientales, sociales y económicos.



Figura 8. Principales tipologías de impactos analizadas en los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria en este documento.

• ANÁLISIS EVOLUTIVO DE INDICADORES: con el fin de identificar el impacto que tiene la I+D+i en el cultivo del tomate y en el conjunto de la cadena alimentaria, se han estudiado distintas series de datos para cada eslabón de la cadena. Este análisis ha permitido identificar patrones de evolución de la especie, así como aspectos para los que existe una relación directa y cuantificable entre las innovaciones desarrolladas y la evolución de estas magnitudes. A modo de ejemplo, las mejoras atribuibles al cultivo del tomate en los últimos años han tenido una relación directa en el aumento de su productividad de manera sostenida en el tiempo.



Figura 9. Este documento analiza los datos evolutivos y la relación con las innovaciones del sector obtentor.

COMITÉ TÉCNICO DE EXPERTOS: a lo largo del trabajo se ha contado con la participación de un Comité Técnico de Expertos, con representantes de los distintos eslabones de la cadena de valor del tomate, que ha aportado conocimiento técnico y ha ayudado a obtener una propuesta consensuada sobre la relación entre I+D+i y la mejora directa de parámetros a lo largo de toda la cadena.

Los expertos han sido consultados de manera individual sobre su área de especialización, y también se han reunido conjuntamente en 2 sesiones para analizar y concretar de manera conjunta el impacto de la mejora vegetal en aquellos ámbitos donde no había suficientes datos como para establecer una relación directa.

A continuación, se detallan las entidades y los miembros que han formado dicho Comité:

Entidad	Especialidad en la cadena	Miembro
Huerta Valle Hibri 2 producción imoveción calidad	Producción	Santiago Diaz
TECHO BIOPLANA	Producción	Fernando de la Torre
Vicasol	Producción	Jose Manuel Fernández
unica	Distribución (exportación)	Isidoro Carricondo
% Icampo	Consumidores	Francesco Trunfio

Figura 10. Entidades y miembros que han formado parte del Comité de Expertos del tomate para la elaboración de este documento.

ANOVE y el Institut Cerdà agradecen al conjunto de expertos del Comité el tiempo, la dedicación y la información aportada en el marco de este estudio.

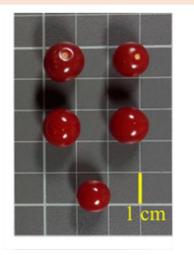
3. Mejoras introducidas por el sector obtentor

3.1. Evolución del cultivo y mejoras

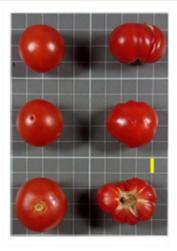
a. Origen y domesticación del tomate

El tomate que conocemos y cultivamos actualmente proviene de un complejo proceso de evolución y domesticación. Su origen se localiza en la región de los Andes, donde surgió la especie *S. lycopersicum L. var. Cerasiforme*, que alcanzaba entonces el tamaño de un tomate cherry, a partir de la especie de tomate salvaje *Solanum pimpinellifollum L.*, del tamaño de un guisante. Esta variedad se extendió hasta México, donde hace aproximadamente 7.000 años, un segundo proceso de selección y domesticación dio lugar a la especie que conocemos hoy en día: *S. Lycopersicym L. var. Lyscopersicum* (Razifard et al., 2020). Las principales consecuencias que ha tenido la domesticación en el tomate han sido un mayor tamaño del fruto, una mayor variabilidad de su morfología, así como un mayor tamaño y peso de sus semillas (Bai y Lindhout, 2007).

DIFERENCIAS DE TAMAÑO EN LOS ANTECESORES DEL TOMATE







S. lycopersicum var. cerasiforme

Figura 11. Diferencias de tamaño en los antecesores del tomate. (Gramazio et al.,2020)

No fue hasta el siglo XVI, tras las expediciones de Hernan Cortés en México, que el tomate llegó a España, para extenderse progresivamente al resto de Europa. El tomate probablemente se utilizó para el consumo humano muy pronto después de su introducción, ya que los libros de cocina se referían a su uso en el gazpacho a principios del siglo XVII. No obstante, en ciertos países como Italia y Francia, su primer uso fue decorativo (como planta ornamental), hasta bien entrado el siglo XVIII, momento en que se empezó a popularizar también como alimento. Desde Inglaterra, a mitades del siglo XVIII, su cultivo se exportó hacia Medio Oriente y Asia, además de ser reintroducido a Norte América (Bergougnoux, 2014; Peralta y Spooner, 2007).

b. Variedades locales y tradicionales

Desde su introducción a Europa y hasta principios del siglo XX, toda la mejora vegetal del tomate fue llevada a cabo por los agricultores y semilleros, que obtenían las semillas de los frutos para las siguientes generaciones, dando lugar a variedades de polinización libre de diferentes tamaños, formas y color (Bai y Lindhout, 2007). En este sentido, rara vez se producían cruces entre diferentes individuos de la misma especie, resultando en que normalmente las plantas desarrollaran a partir de estas semillas tenían un fenotipo muy similar al parental.

A lo largo de 400 años de cultivo, las variedades tradicionales cultivadas en Europa fueron diferenciándose entre sí, dando lugar a una **gran variabilidad fenotípica**, pese a la relativa reducida variedad genética en comparación con las especies silvestres. En este aspecto, existen algunas variedades de tomate que muestran como determinadas mutaciones podrían haber aparecido en el Mediterráneo y fueron seleccionadas por ser útiles para los productores y consumidores de la zona. A modo de ejemplo, una adaptación a condiciones de altas temperaturas y pocas lluvias se observa en el 'tomate de colgar' en Cataluña, Comunidad Valenciana y en Islas Baleares, y en el tomate 'Piennolo' y 'Da serbo' de Italia. Estas mutaciones suelen estar ligadas a que los frutos tengan una vida postcosecha larga. También se puede observar cierta variabilidad en la zona mediterránea en cuanto a mutaciones que producen frutos alargados, como las variedades 'Cor de Bou' o 'San Marzano' (Ruralcat, 2018). Cabe destacar en este sentido que las variedades tradicionales siguen teniendo mucha relevancia hoy en día, siendo la principal fuente de diversidad para introducir nuevas características en los programas de mejora.

c. Mejora vegetal del tomate en el siglo XX

Con la expansión del consumo de tomate por todo el mundo durante los siglos XVIII y XIX, el siglo XX estuvo marcado por el desarrollo de las industrias de producción de semillas y plantones, que empezaron a utilizar los principios de la hibridación (Bergougnoux, 2014), por el cual se cruzan líneas de diferentes variedades con características concretas, con el objetivo de obtener una variedad con las cualidades de los dos parentales. En 1946, fue lanzado al mercado el primer tomate híbrido de cruce simple. A partir de ese momento, la adopción de los híbridos en tomate fue cada vez mayor, gracias a su potencial en cuanto a rendimientos, la facilidad para introducir resistencias bióticas y su uniformidad (Cheema y Dhaliwal,2005). En la actualidad prácticamente todos los cultivos de tomate para consumo en fresco son híbridos, así como una gran mayoría de tomates usados para industria (Bergougnoux, 2014).

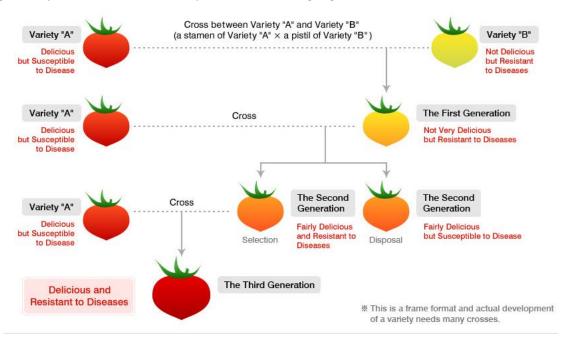


Figura 12. Proceso de hibridación en la obtención de tomate (simplificado).

Como consecuencia, la endogamia y la selección de variedades tradicionales para la creación de híbridos con alto rendimiento dio lugar a variedades comerciales con muy poca diversidad genética y comercial (Schouten, 2019). No obstante, a partir de los años 60, la tendencia se revirtió dando lugar a una nueva explosión de diversidad en el cultivo de tomate, mediante la

introgresión genética de especies salvajes, es decir, aprovechando el germoplasma de tomate para crear nuevos híbridos con las características deseadas.

PRINCIPALES OBJETIVOS DE LA MEJORA VEGETAL DEL TOMATE

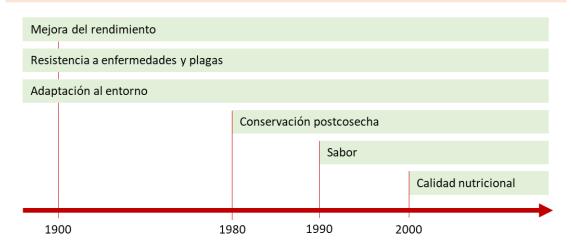


Figura 13. Principales objetivos de la mejora vegetal del tomate. Adaptado de Bergougroux (2014).

En este sentido, **los objetivos de la mejora vegetal han variado en función de la década**, sin dejar de lado los incrementos en rendimiento, las resistencias a plagas y enfermedades, y la adaptación al entorno, piezas clave para que las variedades sean exitosas (Figura 13).

Uno de los hechos más destacables del impacto de la mejora vegetal ha sido la mejora del rendimiento en tomate. Si bien el rendimiento no es una característica aislada y depende en gran medida de la adaptación al entorno y la resistencia a plagas y enfermedades, a nivel fenotípico, la mejora varietal ha incidido en diferentes características de la planta de tomate como su ramificación o altura, para dar lugar a un mayor número de frutos por planta. El aumento del tamaño de sus frutos también ha impulsado en este sentido su rendimiento.

En lo relativo a España, a partir de la evolución en el rendimiento del cultivo (Figura 14) se puede ver el impacto de la introducción de híbridos en los años 50 y 60. En el gráfico también inciden las mejoras en el manejo de los cultivos y la tecnificación de los invernaderos durante estos años.

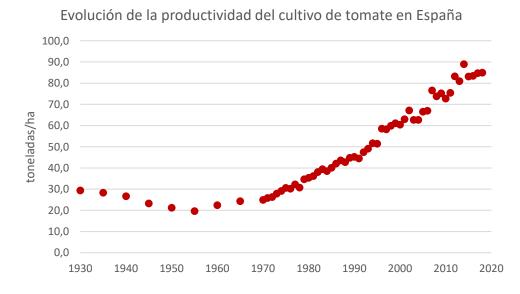


Figura 14. Evolución de la productividad del cultivo de tomate en España (MAPA, 2020)

La resistencia a estreses bióticos también fue una de las principales líneas de investigación a principios del s.XX, una línea que se explica por el hecho de que el tomate es objetivo de más de 200 plagas y enfermedades (Bay y Lindout, 2007). En este sentido, un gran aliado para la inclusión de resistencias son las especies de tomate silvestre (Ferrero, 2020), a partir de las cuales se pueden incluir resistencias en los tomates modernos mediante hibridaciones. En el caso concreto de España, actualmente un 88% de las variedades de tomate disponibles en el mercado tienen una o más resistencias, mientras que cerca del 97% de las plántulas de tomate destinadas a producción son resistentes a uno o más virus, hongos, nemátodos o bacterias. Concretamente, actualmente en el ámbito español la mayoría de los tomates son resistentes a hongos como Fusarium y Vertillicium, que causan marchitamiento, además de incluir muchos de ellos resistencia al virus del mosaico (ToMV) (Jansen, 2016, García-Martínez et al., 2020). Este virus fue introducido en España debido a la globalización de la agricultura, de manera que todas las variedades tradicionales cultivadas en el estado son susceptibles a él (RuralCat, 2014).

En cuanto a **resistencias a estreses abióticos**, como puede ser adaptación a altas y bajas temperaturas y sequías, así como a una la salinidad del suelo, diversas especies salvajes de tomates (como por ejemplo *L. pimpinellifolium* y *L. hirsutum*), así como variedades tradicionales locales, son fuente de genes que se han explotado para el desarrollo de variedades comerciales con alto rendimiento y mejor adaptación a diferentes entornos (Bergougnoux, 2014).

A nivel más cualitativo, otro de los aspectos donde empezó a incidir la mejora vegetal a partir de los 80, es la conservación postcosecha (Bergougnoux, 2014). Hasta ese momento, la selección para esa característica solo ocurría en las fases finales de las estrategias de mejora (Jones, 1986). Gracias al estudio de la genética del tomate y las técnicas de mejora, ha sido posible obtener tomates con una larga vida postcosecha realizando hibridaciones con tomates que incluían mutaciones espontáneas en genes, concretamente las mutaciones nor (non-ripening) y rin (ripenin inhibitor), que alteran la maduración del fruto (Bay y Lindout, 2007; Wang, 2020).

En los 90, además de las características mencionadas anteriormente, la **búsqueda de mejores cualidades organolépticas (sabor)** se convirtió en otro de los principales objetivos de la mejora (Bergougnoux, 2014; Causse et al., 2010). El sabor del tomate viene dado principalmente por la ratio entre sustancias ácidas y dulces y los tipos de compuestos volátiles presentes en el fruto. En el caso concreto de cultivos del noreste europeo, se ha observado una disminución de sustancias ácidas y un aumento de sustancias dulces en las variedades más recientes (en relación con las lanzadas en los años 60). En cuanto a la presencia de compuestos volátiles, está principalmente influenciada por el genotipo de la planta y no tanto por su manejo o el ambiente (Cebolla-Cornejo et al,.2011). En el caso concreto de los cultivos del noreste europeo, la composición de compuestos volátiles en tomate se ha diversificado significativamente, además de aumentar de forma cuantitativa en las nuevas variedades los compuestos volátiles asociados con aromas florales y dulces (Schouten, 2019).

La mejora del valor nutricional del tomate también ha sido una de las líneas de mejora en los últimos años. El tomate es una de las principales fuentes de licopenos, componente que además de conferir el color rojo del fruto, tiene un alto valor como antioxidante y ayuda a minimizar la incidencia de ciertos tipos de cáncer (Bay y Lindhout, 2007; Bergougnoux, 2014). La presencia de vitamina A (B-caroteno) y de vitamina C (ácido ascórbico) en su fruto también es fuente de antioxidantes. En este sentido, un estudio español evaluó recientemente la influencia del genotipo en las cantidades de estos tres antioxidantes en tomate, llegando a la conclusión de que la acumulación de licopenos y vitamina A está fuertemente influenciada por la genética de la planta, mientras que la acumulación de ácido ascórbico es más compleja y está muy influenciada por el entorno (Roselló et al., 2011). En este aspecto y a modo de ejemplo, en EE. UU. se han

desarrollado líneas de tomate con mayor contenido en Vitamina A y B-carotenos, gracias al cruce del tomate comercial con un tomate salvaje cercano (*S. galapense*) (Bergougnoux, 2014).

d. La mejora vegetal orientada a diferentes partes de la planta de tomate: el uso de portainjertos

Desde los años 60, el sector obtentor también ha trabajado en la mejora vegetal de portainjertos de tomate. Los injertos permiten usar la parte de la raíz de una planta (portainjerto) y unirla a la parte aérea de otra (en este caso, la variedad de tomate deseada). El uso de portainjertos permite una mayor resistencia a patógenos del suelo, además de resistencias a sequías, inundaciones y salinidad (Singh et al.,2020; Schwarz et al., 2010; Keatinge et al., 2014), manteniendo la variabilidad del tomate obtenida gracias a la mejora vegetal.

USO DE PORTAINJERTOS EN TOMATE Variedad A Cultivar mejorado con mejor fruto y rendimiento Variedad injertada Cultivar con raíces vigorosas, Unión de ambas partes adaptación a estrés Variedad B en las primeras fases de y resistencia a Cultivar con raíces desarrollo de la planta patógenos, además vigorosas, de mejor fruto y adaptación a estrés rendimiento. y resistencia a patógenos

Figura 15. Uso de portainjertos en tomate. Elaboración propia.

En este ámbito, mediante los cuestionarios realizados a empresas se han detectado 5 iniciativas destinadas a la obtención de portainjertos.

- Cuatro de estas iniciativas esperan tener un impacto muy alto sobre la resistencia a patógenos, obteniendo una puntuación de 5 sobre 5 en el cuestionario.
- Asimismo, tres de las iniciativas esperan obtener también un impacto muy alto (5 sobre 5 en la puntuación del cuestionario) en el rendimiento del cultivo.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto.



Los avances científicos y la inversión en I+D+i del sector obtentor, unido a los conocimientos en genética y genómica han permitido entender y usar la diversidad genética para la mejora del cultivo.

Como resultado de esta apuesta por la investigación científica, desde los años 90 se han registrado más de 800 nuevas variedades de tomate en la Unión Europea (Figura 16), cada una con características concretas, que han contribuido al aumento y la diversidad de este cultivo. Se trata, por tanto, de un sector en constante evolución, que se adapta a las necesidades de los agricultores y el consumidor en cada momento.

Evolución del registro de variedades de tomate de la UE

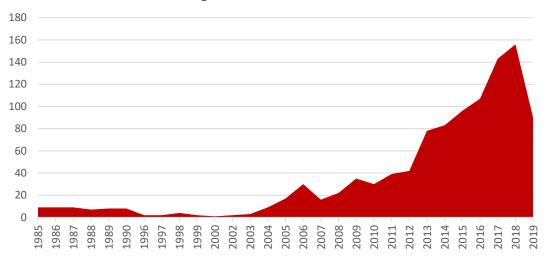


Figura 16. Evolución del registro de variedades de tomate de la UE (CPVO, 2021).

3.2. Inversión efectuada en I+D+i en el subsector en los últimos años

En este apartado se presentan los datos relativos a la I+D+i del sector obtentor en el cultivo del tomate. Los datos proceden de una encuesta propia rellenada por las principales compañías del sector del tomate en España, asociadas a ANOVE y cuya actividad incluye la investigación y desarrollo para la mejora vegetal del tomate en España.

Este estudio recoge los datos de 11 compañías que realizan mejora vegetal de tomate en España que representan el 98% de las empresas del subsector del tomate en volumen de la facturación y que concentran la mayor parte de la actividad de I+D+i de este cultivo.

Todas las empresas están especializadas en otros tipos de cultivos más allá del tomate, principalmente hortícolas. Este apartado se centra en los datos de estas compañías correspondientes exclusivamente al cultivo del tomate.

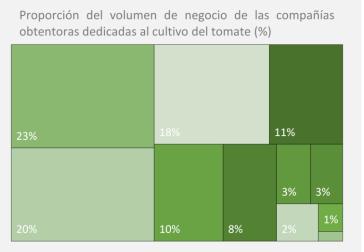


Figura 17. Distribución del volumen de negocio de las organizaciones del sector obtentor en el cultivo del tomate en España en 2019 (encuesta propia).

a. Radiografía de la actividad de I+D+i del sector obtentor en el cultivo del tomate

El volumen de negocio de las compañías relativo al cultivo del tomate en España en 2019 es de 88 millones de euros. La generación de empleo específica del cultivo de las 11 empresas obtentoras es de unos 200 puestos de trabajo directos en el país. De estos puestos de trabajo, 150 están directamente relacionados con empleos en el ámbito de la investigación y el desarrollo.



Figura 18. Radiografía de las 11 compañías del sector obtentor en el cultivo del tomate en España (cuestionarios enviados a las compañías asociadas a ANOVE que trabajan en el cultivo del tomate).

Todas las compañías del sector obtentor en el cultivo del tomate realizan actividades de investigación, desarrollo e innovación en España mediante programas de mejora vegetal propios. Solo una empresa realiza actividades de investigación de forma externa en otras sedes del mismo grupo en otros países, para reducir el riesgo económico que supone dicha actividad. En este sentido, según datos del sector, el desarrollo de una variedad vegetal de interés requiere entre 10 y 12 años de investigación y experimentación. Sin embargo, no todas las obtenciones vegetales tienen éxito y, aunque las variedades muestren mejoras significativas, los cambios en las necesidades del mercado pueden eliminar la posibilidad de rentabilizar las elevadas inversiones necesarias que requieren (personal cualificado, equipos especializados, tierras de cultivo, etc.).

La mayor parte de estas compañías del cultivo del tomate se concentran en las Comunidades Autónomas de Murcia, Andalucía, Comunidad Valenciana, Cataluña y Aragón, donde están ubicadas sus sedes y sus centros de investigación y desarrollo.



Figura 19. Distribución geográfica de los centros de investigación y/o desarrollo de las compañías del sector obtentor que trabajan en el cultivo del tomate.

El desarrollo de actividades de I+D+i ha permitido al sector incrementar el número de variedades de tomate disponibles en el mercado en los últimos años, aumentando su actividad significativamente a partir de 2003 y registrando un pico de variedades especialmente alto en los últimos años. En este sentido, las compañías obtentoras han registrado 450 nuevas variedades de tomate desde 2003 en España, de las cuales más de 108 fueron registradas entre los años 2017 y 2019. De estas, 91 fueron registradas por las empresas analizadas en este estudio.

Figura 20.Evolución del registro de variedades de tomate en España (Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).



Figura 21. Nuevas variedades de tomate registradas en total des de 2003 y por parte de las empresas del cultivo del tomate encuestadas en este estudio, durante los ejercicios 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019 (encuesta propia).

El valor socioeconómico que estas empresas del sector obtentor del cultivo del tomate aportan al conjunto de la economía española se mide a partir del Valor Añadido Bruto (VAB) y la generación de puestos de trabajo. Estos dos indicadores tienen en cuenta el valor generado por el conjunto de empresas de un área económica, recogiendo los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo. La aportación del sector obtentor en el cultivo del tomate se ha cuantificado en base a esta metodología a partir de la información de base publicada en el marco input-output de España (INE)³, desagregando los impactos directos, indirectos e inducidos que se derivan de esta actividad.

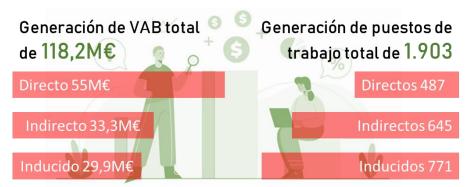


Figura 22. VAB y puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos aportados al conjunto de la economía española por parte de las empresas del sector obtentor del cultivo del tomate durante el año 2019

b. Orientación de las iniciativas en I+D+i del cultivo del tomate

Los cuestionarios rellenados por las empresas han permitido **conocer el detalle de 25 iniciativas** en el ámbito de la I+D+i de la mejora del tomate **desarrolladas entre los años 2017 y 2019**. Todas estas iniciativas en I+D+i buscan incorporar mejoras en tomate que **generen impactos sobre la cadena alimentaria**. Algunos de estos impactos son más fácilmente medibles, como la mejora de la productividad del cultivo o la menor necesidad de irrigación. Otros en cambio son más difíciles de determinar, como la mejora de las condiciones organolépticas del cultivo (sabor, textura, olor, color, etc.).

Todas las iniciativas tienen como objetivo principal mejorar aspectos y parámetros del tomate que tendrán impactos positivos de forma directa o indirecta en alguno o varios de los eslabones de la cadena agroalimentaria. Para conocer la orientación de cada iniciativa de I+D+i las empresas han puntuado 21 factores, segregados según los eslabones de la cadena alimentaria, de modo que ha permitido identificar donde las iniciativas de I+D+i generan un mayor impacto.



Figura 23. Principales eslabones de la cadena agroalimentaria considerados para determinar los principales impactos de las iniciativas en I+D+i.

Se han distinguido **3 subsectores de especialización para las iniciativas desarrolladas** en el ámbito de la I+D+i, que son los siguientes:

- Tomate para consumo en fresco
- Tomate para industria
- Portainjertos

³ En el apartado 4.3c se explica la metodología utilizada para el cálculo del valor. En este caso se utilizan los multiplicadores vinculados al CNAE de actividades profesionales, científicas y técnicas.

En este apartado se analiza el impacto que buscan las iniciativas en cada eslabón de la cadena agroalimentaria y en particular para el subsector de especialización destinado al tomate para consumo en fresco. Los datos establecen que la mayor parte de las iniciativas de mejora vegetal del cultivo están orientadas a generar un mayor impacto en los factores que corresponden a los eslabones de la producción, la distribución y el consumo. No se analiza el eslabón de la transformación dado que se considera únicamente el subsector de especialización del tomate para consumo en fresco y, en este subsector, no existe ningún proceso de transformación.

Grado de orientación de las iniciativas en I+D+i en cada

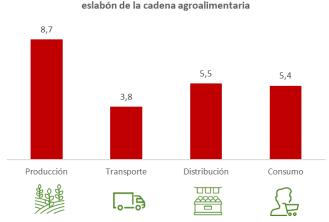


Figura 24. Puntuación total de las 25 iniciativas para cada eslabón de la cadena agroalimentaria (sobre 10)4.

A continuación, se detalla cuáles son los principales factores donde se orienta la I+D+i del tomate para cada eslabón de la cadena agroalimentaria, según los datos obtenidos en las encuestas de las empresas.

Producción

El eslabón de la Producción es en el que se orientan la mayoría de las iniciativas en I+D+i del tomate. Los factores sobre los que el sector ha considerado que está más orientada la I+D+i en este eslabón, ordenados de mayor a menor impacto, son los siguientes. Para cada factor se indica el valor del promedio de la valoración (sobre 10) de las 25 iniciativas:

Factores analizados en las iniciativas de I+D+i en el esl Producción	abón de la Grado de impacto pro- medio (sobre 10)
1. Aumento de las exportaciones	7,9
2. Mayores rendimientos	6,2
3. Mejora el manejo del cultivo	5,4
4. Mayor resistencia a plagas y enfermedades	5,4
5. Disminución de la estacionalidad	4,9
6. Disminución del uso de fertilizantes	4,3
7. Compensación de los efectos del cambio climático	3,8
8. Reducción de la mano de obra	3.1
9. Disminución del uso de maquinaria para su producc	ión 2,2

⁴ En la encuesta se pedía específicamente que se puntuara del 1 al 5 el grado de impacto de cada iniciativa para cada eslabón de la cadena de valor. El valor del gráfico indica la suma de estas puntuaciones sobre 10.



Los resultados de las encuestas muestran que el factor con una mayor orientación en el eslabón de la Producción es el incremento de las exportaciones del tomate. Lo siguen, con una menor orientación, los factores relativos al incremento de los rendimientos del cultivo, la mejora del manejo y el incremento de la resistencia a plagas y enfermedades.

Los factores considerados con una **menor orientación de las iniciativas en I+D+i** son los que tienen que ver con la disminución del uso de maquinaria para su producción, con la reducción de la mano de obra y con la compensación de los efectos del cambio climático.

Distribución

El eslabón de la Distribución es el segundo con una mayor orientación global de las iniciativas en I+D+i del tomate. Los factores sobre los que el sector ha considerado que está más orientada la investigación y por lo tanto sobre los que se pretende generar mayores impactos en este eslabón, ordenados de mayor a menor impacto, son los siguientes. Para cada factor se indica el valor del promedio de la valoración (sobre 10) de las 25 iniciativas:

Factor Distrib	es analizados en las iniciativas de I+D+i en el eslabón de la ución	Grado de impacto pro- medio (sobre 10)
1.	Diferenciación respecto a otros productos	6,9
2.	Mayor disponibilidad de variedades durante el año	6,3
3.	Mayor diversidad de producto. Por ejemplo, que una misma especie pueda usarse para ofrecer diferentes productos según las necesidades del distribuidor	5,1



Los resultados de las encuestas muestran que el **factor con una mayor orientación** de las iniciativas en I+D+i en el eslabón de la Distribución, es la **diferenciación respecto a otros productos**. Los factores con menor orientación son la mayor disponibilidad de variedades durante el año y la mayor diversidad de producto.

Consumo

El eslabón del Consumo ocupa la **tercera posición en la orientación global de las iniciativas en I+D+i del tomate,** con una valoración media muy similar al eslabón de distribución. Es por eso que en el apartado de impactos del sector obtentor en la cadena de valor, estos dos eslabones se analizan de forma conjunta. Los factores sobre los que el sector ha considerado que está más orientada la I+D+i en este eslabón, ordenados de mayor a menor impacto, son los siguientes. Para cada factor se indica el valor del promedio de la valoración (sobre 10) de las 25 iniciativas:

demanda del consumidor

	Factores analizados en las iniciativas de I+D+i en el eslabón del Grado de impacto promedio (sobre 10)	
1.	Mayor calidad y valor nutritivo. Por ejemplo, parámetros relacionados con la digestibilidad de la fibra, proteína, etc.	5,8
2.	Mayor disponibilidad de variedades durante el año	5,1
3.	Mejores condiciones organolépticas , en cuanto a sabor, textura, olor, color o temperatura	4,9
4.	Mayor diversidad de producto. Por ejemplo, que una misma especie permita ofrecer diferentes productos en función de la	4,9



Los resultados de las puntuaciones muestran como los factores donde **más se está orientando la I+D+i** en el cultivo del tomate en el eslabón del Consumo son la mejora en términos de **calidad y valor nutritivo del producto final** y la **mayor disponibilidad de variedades** durante el año. Se consideran con una menor orientación las iniciativas en I+D+i relacionadas con una mejora de las condiciones organolépticas y de la diversidad del producto.

Transporte y logística

El eslabón del Transporte y Logística es al que **las iniciativas en I+D+i del tomate están menos orientadas**. Las puntuaciones en los 3 factores considerados en este eslabón han sido de las más bajas en comparación con los factores de los eslabones anteriores. Los factores considerados, ordenados de mayor a menor impacto, son los siguientes. Para cada factor se indica el valor del promedio de la valoración (sobre 10) de las 25 iniciativas:

Factores analizados en las iniciativas de I+D+i en el eslabón del Transporte		Grado de impacto pro- medio (sobre 10)
1.	Mejora de la resistencia del producto durante el transporte sin esentirse la calidad.	4,3
2.	Optimización del envasado . Por ejemplo, obtención de variedades que por sus características minimicen la necesidad de embalajes para su transporte.	3,8
3.	Optimización del almacenamiento . Por ejemplo, obtención de variedades que por sus características minimicen las necesidades de espacio o faciliten el manejo del producto durante la fase de almacenamiento.	2,1



Los resultados de las de las encuestas a las compañías del cultivo del tomate muestran como la I+D+i no está orientada específicamente a ninguno de los tres factores considerados en el eslabón del transporte y la logística.

Por este motivo, se descarta el análisis de esta parte de la cadena en el presente estudio.

Los resultados obtenidos en este apartado son de utilidad para los apartados 4, 5 y 6 de este informe. Estos resultados permiten identificar en qué eslabones de la cadena alimentaria está más orientada la I+D+i del sector obtentor para poder **analizar la generación de impactos ambientales**, sociales y económicos de esta I+D+i en cada eslabón.

c. Inversión del sector obtentor en I+D+i

Según los datos recabados en la encuesta realizada al sector, la inversión en I+D+i por parte del sector obtentor en el cultivo del tomate en el año 2019 fue de 16,7 millones de euros. El 88% de esta inversión es la que realizan las empresas obtentoras en sus programas de investigación y desarrollo internos de mejora vegetal en España. El 12% de la inversión económica es en concepto de inversión en I+D+i externa, subcontratada a otras empresas del mismo grupo. A diferencia de otros cultivos en el sector del tomate no existen inversiones en I+D+i en concepto de pago de royalties por innovaciones ya realizadas y patentadas por otras organizaciones.

Inversión interna y compra externa de I+D+i por parte de las empresas obtentoras del cultivo del tomate en 2019

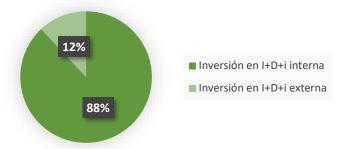


Figura 25. Inversión interna e inversión externa en I+D+i por parte de las empresas obtentoras del cultivo del tomate en 2019 (encuesta propia).



La inversión en I+D+i que realizan las empresas obtentoras españolas en el cultivo del tomate es de 16,7 millones de euros. Esta cifra supone un promedio del 24,4% del volumen de negocio anual que generan las empresas obtentoras en el subsector del tomate en España.

Durante el año 2020 se han identificado **25 iniciativas de I+D+i interna en marcha** en el cultivo del tomate en España por parte de las diferentes empresas encuestadas⁵. Se han tenido en cuenta únicamente las iniciativas en investigación y desarrollo directamente **relacionadas con la mejora del tomate para consumo en fresco**. Cinco de las 25 iniciativas identificadas también están orientadas a la mejora de portainjertos en el cultivo del tomate. Estas iniciativas forman parte de los programas y las líneas de investigación que la mayoría de las empresas del sector tiene abiertas de forma continua.

Algunas de las compañías encuestadas optan por complementar su I+D+i externalizando una parte de estas actividades. Concretamente, la inversión externa por parte de las **empresas obtentoras españolas del cultivo del tomate en el año 2019 fue de 2 millones de euros**. Esta inversión externa se destinó a otras empresas que pertenecen al mismo grupo dentro y fuera de España. En el año 2019 la mayor parte de la **inversión externa en I+D+i por parte de compañías**

⁵ Las 25 iniciativas están identificas y caracterizadas a través de los cuestionarios propios.

obtentoras en el cultivo del tomate se destinó a otras empresas del mismo grupo dentro de España.

Porcentajes de compra externa de I+D+i a otras organizaciones



Figura 26. Porcentajes de compra externa de I+D+i a otras organizaciones por parte de las empresas obtentoras del cultivo del tomate en 2019 (encuesta propia).

4. Impactos ambientales, sociales y económicos en la fase de producción

En este capítulo se analizan y se cuantifican las aportaciones y los impactos ambientales, sociales y económicos del sector obtentor en la fase de producción de la cadena alimentaria. Estas aportaciones están contextualizadas como respuesta a los principales retos de la cadena, en el marco del cumplimento con la Estrategia europea "de la granja a la mesa".

En este sentido, en octubre de 2020, el Consejo adoptó una serie de Conclusiones en torno a la Estrategia, en las que refrendaba el objetivo de desarrollar **un sistema alimentario europeo sostenible, desde la producción hasta el consumo**. En las Conclusiones se exponen los tres ejes del mensaje político de los Estados miembros, que acordaron garantizar:

- Alimentos suficientes y asequibles, contribuyendo a la neutralidad climática de aquí a 2050
- Unos ingresos justos y un firme apoyo a los productores primarios,
- Competitividad de la agricultura de la UE a escala global.

Para cada impacto analizado que aporta el sector obtentor, se destaca cuáles de los siguientes retos son los que da mayor respuesta:



Figura 27. Principales retos de la cadena agroalimentaria que afronta el sector obtentor en los impactos analizados en este documento

4.1. Hipótesis de aportación del sector obtentor consideradas

Las aportaciones del sector obtentor (ya resumidas en el apartado 3) son especialmente perceptibles en términos de productividad en todos los cultivos. Entre la década de los 70 y el año 2000, y en particular para el tomate, los incrementos de productividad pueden cuantificarse en crecimientos medios del 2% anual. Esto ha supuesto un aumento de la productividad global en este periodo cercano al 132%. En los últimos 30 años (desde el año 90), el incremento ha sido de un 88%.

Es habitual en el desarrollo de estudios de impacto econométrico asociar los incrementos de rendimientos o productividad a la interacción de dos factores: la variación en el uso de recursos o inputs de la producción y la innovación. La innovación, en términos econométricos, puede medirse gracias al Factor Total de Productividad (FTP), que indica qué partes de los cambios observados en la productividad son causados por la innovación y no están relacionados con el incremento/decremento de la intensidad en el uso de recursos o inputs de la producción.



Figura 28. Elementos que influyen en el incremento de rendimiento.

Según distintos estudios, en la zona mediterránea el uso global de *inputs* en la agricultura ha disminuido en los últimos años. En consecuencia, las mejoras atribuibles al sector obtentor explicarían no solo la totalidad del incremento de rendimientos, sino también las que compensan la pérdida de productividad causada por el decremento en el uso de *inputs* en la agricultura.

En el caso concreto del tomate, ha podido identificarse una disminución del empleo de fertilizantes, fitosanitarios y de la utilización de capital humano. Por otro lado, se ha producido un incremento de la mecanización. En este sentido, en términos globales se considera que se ha producido una disminución de los inputs en este cultivo. Por este motivo, la evolución del factor total de productividad sería, en consecuencia, un 1% superior a la evolución del rendimiento de este cultivo, y por lo tanto a la introducción de innovaciones.



Figura 29. La innovación se relaciona con el factor total de productividad.

El aumento registrado en términos de rendimiento ligado a la innovación puede atribuirse a distintos factores:

- Los avances en términos de selección genética, y por lo tanto a incrementos del potencial de rendimiento per se de las nuevas variedades, gracias una mejor adaptación a condiciones de estrés (tanto abióticos, como bióticos), a la calidad del grano o a otros hitos de los programas de mejora genética.
- 2. La mejora de los procesos y técnicas agrarias, en términos de fertilización, control de plagas/malas hierbas, trabajos del suelo o manejo del cultivo, entre otros.
- 3. La interacción de estos dos factores.

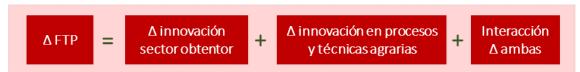


Figura 30. Factores considerados ligados a la innovación.



No resulta sencillo separar el efecto de estos factores. No obstante, la literatura científica ya ha intentado **determinar en el pasado la contribución de la mejora genética** al incremento de rendimientos en el conjunto de cultivos, y en particular, para el tomate.

Para el conjunto de cultivos, las fuentes consultadas se muestran de acuerdo en que la aportación del sector obtentor al incremento de la productividad del conjunto de los cultivos en la segunda mitad del siglo XX se encontraría en torno al 50%. No obstante, la aportación se habría incrementado en las últimas décadas oscilando alrededor del 80% de los incrementos de productividad, según distintas fuentes europeas.

Aportación del sector obtentor al incremento de productividad de los cultivos durante la segunda mitad del siglo XX: meta-análisis

2010	Aproximadamente un 50% del incremento de la productividad en el último siglo es atribuible a mejores genotipos	40 -50%
2015	Andersen et al, 2015.: La obtención vegetal, por un lado, y la mejora de los métodos de cultivo, por el otro han contribuido de forma proporcional al incremento de productividad de las producciones agrícolas	50%
	El criterio del 50% referido a décadas del pasado siglo se apoya también en los resultados obtenidos por Araus et al (2008), Duvick y Cassman (1999), Friedt y Ordon (1998), McLaren (2000) y Monneveux et al (2013).	50%
2000	Reilly and Fuglie, 1998 y Scott y Jaggard (2000): los mejores genotipos habrían contribuido entre un 30% y un 47% en el contexto del Reino Unido.	30-47%
2014	Björnstad, 2014. En las tierras cultivadas de Finlandia, Noruega y Suecia, la obtención vegetal sería responsable de un 29% de los incrementos de los rendimientos observados entre 1946 y 1960, del 43% de los observa- dos entre 1960 y 1980 y del 89% de los observados entre 1980 y 2005.	89%
2013	Noleppa y von Witxke, 2013. Antes del cambio de milenio la importancia promedio de la obtención vegetal en el incremento de productividad en los cultivos de Alemania se encontraba en el 50%, habiéndose incrementado hasta el 75% desde el cambio de siglo.	75%

Figura 31. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad de los cultivos durante la segunda mitad del s.XX, según distintas fuentes consultadas

En el caso del tomate, si bien no existen muchos estudios específicos, los existentes coinciden en sus conclusiones en relación con la aportación del sector obtentor en las últimas décadas.

Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del tomate en las últimas décadas: meta-análisis

2007	Fooland, 2007. En promedio, en el caso del tomate la mitad de los incrementos de la productividad son atribuibles a mejoras aportadas por el sector obtentor.	50%
2012	Nikola et al, 2012. El estudio estimó que en torno al 50% de la mejora de la productividad del cultivo de tomate en la región de Lushnja, era atribuible a la aportación del sector obtentor	50%
Euroseeds Educate tuber 2016	El estudio, tomando como referencia los dos anteriormente menciona- dos, también consideró que un 50% de los incrementos de productividad observados en el tomate eran atribuibles al sector obtentor.	50%

igura 32. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del tomate durante la segunda mitad del siglo XX y en las últimas décadas según distintas fuentes consultadas.



Tras la revisión de la literatura científica y distintas consultas con el Comité de expertos formado en el marco de este proyecto, este informe toma como hipótesis que la introducción de nuevas variedades explica al menos el 50% del aumento de los rendimientos de tomate (y por lo tanto de las toneladas producidas) en España en los últimos 30 años.

Esta hipótesis ha sido contrastada por el Comité de Expertos, que indicó en distintas iteraciones que la innovación varietal podría explicar un aumento de los rendimientos superior al 50%. No obstante, por prudencia, este estudio tiene en cuenta la hipótesis de los estudios de referencia para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos. Este cálculo debería ser revisado en la medida que exista una mayor evidencia científica.

Los incrementos en el rendimiento, y, por lo tanto, en las toneladas producidas, es el impacto más visible y estudiado tradicionalmente en la innovación en la semilla y sus plántulas. No obstante, las innovaciones del sector obtentor (vistas en el apartado 3) buscan ir más allá, y tienen en cuenta impactos ambientales, sociales y económicos en el cultivo de tomate, así como los procesos de transporte, distribución y consumo de tomate fresco.

Este estudio también busca cuantificar los efectos (cuantitativos y cualitativos) que hubiera supuesto la inexistencia de innovación en mejora genética a lo largo de la cadena de valor del tomate. Estos efectos se exponen y cuantifican en los siguientes apartados según el tipo de impacto (ambiental, social u económico) y la parte de la cadena de valor a la que impacta (apartados 4, 5 y 6 del presente documento).

En este sentido, se han formulado hipótesis para cada uno de los apartados, marcadas con un cuadro blanco como en la Figura 32 para posteriormente poder analizar si las mismas eran correctas o los datos evolutivos no lograban demostrarlo.

Н

La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución del consumo de fitosanitarios.

Figura 33. Ejemplo de hipótesis recogida en el documento.

Aportación del sector de la mejora vegetal en la cadena de valor del tomate



4.2. Impactos ambientales

a. Insumos del cultivo del tomate

En este apartado se analizan los principales insumos utilizados para el cultivo del tomate:

- Los fertilizantes
- Los fitosanitarios
- El consumo hídrico
- Y el consumo de energía necesario para la producción agrícola.

i. Consumo de fertilizantes

Los fertilizantes son utilizados frecuentemente en la agricultura para aportar nutrientes a los cultivos de los que carece el suelo y asegurar un crecimiento óptimo.

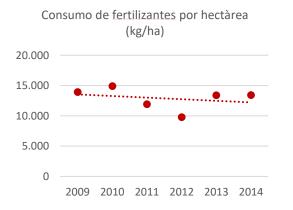
Algunos estudios europeos (HFFA) indican que el consumo de fertilizantes para la agricultura ha ido disminuyendo de forma sostenida en las regiones mediterráneas. En este contexto, podría argumentarse que la mejora vegetal ha tenido un papel en la disminución del consumo de fertilizantes, al dar lugar a variedades cuya eficiencia en la absorción de nutrientes podría ser más alta. Por ello, se estableció la siguiente hipótesis:



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución del consumo de fertilizantes.

Según datos del Anuario de Estadística (MAPA, 2019b), para el total de la agricultura, la tendencia en el consumo de fertilizantes se ha mantenido estable desde el 1990. En este contexto, cabe destacar que no se dispone de datos a nivel nacional de consumo de fertilizantes por tipo de cultivo. No obstante, los *Estudios de costes y rentas de las explotaciones agrarias (ECREA)* realizados de 2011 a 2016 recogen datos sobre gasto de fertilizantes por hectárea en cultivos de tomate para las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla y León, Castilla-la Mancha, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana.

Asimismo, también se ha obtenido el promedio del precio anual de los fertilizantes pagados por los agricultores según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Teniendo en cuenta el gasto por hectárea y kg de fertilizante (MAPA), se ha hecho un cálculo del consumo aproximado de fertilizante por hectárea cultivada de tomate, así como del uso de fertilizantes por 100 kg de tomate producido.



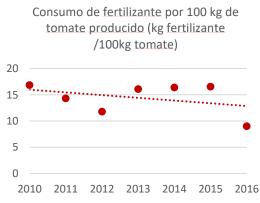


Figura 34. Uso de fertilizantes en el cultivo del tomate. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, CyL, C-LM, Extremadura, Murcia y C. Valenciana) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores).

Aportación del sector obtentor a la cadena de valor del tomate

A partir de estos datos, se puede observar cómo el consumo de fertilizantes en las regiones estudiadas por ECREA tiende a disminuir ligeramente, tanto en su uso por hectárea como en su uso por 100 kg de producto.



El consumo de fertilizantes se ha reducido, tanto por hectárea como por kg producido. A partir de los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora permitió ahorrar 375.378 millones de toneladas de fertilizantes entre 2011 y 2016, una cifra equivalente al 1,3% del total de fertilizantes consumidos en España durante este periodo.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (I)

El **ahorro de fertilizantes** durante el período comprendido entre 2011 y 2016, gracias al impacto del sector obtentor, se ha calculado en base a la tendencia en el consumo de fertilizantes por hectárea, teniendo en cuenta lo siguiente:

▶ Se han tomado como referencia los datos de kg de fertilizantes por kg de tomate producido de ECREA, debido a que toma como base comunidades autónomas representativas en el cultivo de tomate.

El cálculo de la cantidad de fertilizantes ahorrados es el siguiente:

$$FRTA = \sum_{i=2010}^{2016} (FRT_i - FRT_{2010}) * P_i * \%AP$$

Donde:

- FRTA = Fertilizantes ahorrados entre 2011-2016 [kg]
- FRTi = Fertilizantes usados en el año i [kg fertilizante/100 kg tomate producido] Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA y Anuario Estadística MAPA
- FRT₂₀₁₀ = Fertilizantes usados en el año 2010 [kg fertilizante/100 kg tomate producido] Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA y Anuario Estadística MAPA
- Pi = Producción de cultivo de tomate en el año i en España [kg] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 60% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la disminución del uso de fertilizantes. En concreto se espera que 4 tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y 11, menor.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto. Cabe esperar que la innovación en este campo cobrará una especial importancia futura, dado que el incremento esperado de la superficie cultivada a nivel mundial y el progresivo agotamiento de determinados yacimientos de carácter mineral origen de algunos fertilizantes (especialmente de aquellos con base en fósforo) impulsen una mayor demanda e incremento de precios de estos productos.

EA QUÉ RETOS RESPONDE? OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGRARIO FEMILIA FORTAL FORTA

ii. Consumo de fitosanitarios

En el ámbito de los fitosanitarios cabe diferenciar tres tipos:

- Herbicidas: utilizados para eliminar las malas hierbas en los campos de cultivo.
- Fungicidas, bactericidas, insecticidas: utilizados para combatir las infecciones y plagas. El input dependerá de las condiciones y de las resistencias endémicas de los cultivos.
- Fauna auxiliar: uso de depredadores naturales de insectos para el control de plagas en el cultivo. Tiene más relevancia en cultivos hortícolas.

Como se ha indicado anteriormente, uno de los principales ejes clave de la investigación en la mejora del tomate es la resistencia a enfermedades y plagas. En este sentido, la mayoría de tomates comercializados en España son resistentes hongos como Fusarium (Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici) y Verticillium (V. dahliae y V. alboatrum). Asimismo, muchas de las plantas de tomate incluyen resistencia al virus del mosaico del tomate (ToMV). Por ello, en el marco de este informe se realiza la siguiente hipótesis.



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución del consumo de fitosanitarios.

De igual modo que con los datos de fertilizantes, no existen datos de fitosanitarios usados por tipo de cultivo para el conjunto del país. No obstante, los Estudios de costes y rentas de las explotaciones agrarias (ECREA) realizados de 2011 a 2016 recogen datos sobre gasto de fitosanitarios por hectárea en cultivos de tomate para las comunidades autónomas de Andalucía, Castilla y León, Castilla-la Mancha, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana. Teniendo en cuenta el gasto por hectárea en fitosanitarios según las fuentes anteriores, y correlacionándolo con el consumo de fitosanitarios (Encuesta de consumo de fitosanitarios, MAPA) y la variación del precio anual pagado por agricultores en fitosanitarios (Anuario de estadística, MAPA), se ha hecho un cálculo del consumo aproximado de fitosanitarios por hectárea cultivada de tomate, así como el uso de fitosanitarios por 100 kg de tomate producido. En este caso, los datos disponibles permiten afirmar que el consumo de fitosanitarios se ha mantenido constante por hectárea, habiendo disminuido por kg de tomate producido en el periodo analizado.

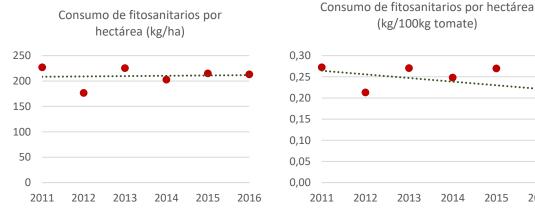


Figura 35. Uso de fitosanitarios en el cultivo del tomate. Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Castilla y León, Castilla-la Mancha, Extremadura, Murcia y Comunidad Valenciana) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores).

2014

2015

2016

Aportación del sector obtentor a la cadena de valor del tomate

Esta disminución en el consumo de fitosanitarios no es solo consecuencia de la introducción de resistencias por parte del sector obtentor, sino que también viene condicionada por otros factores, como las limitaciones en el uso de fitosanitarios consecuencia de nuevas normativas de la Unión Europea o mejoras en el manejo del cultivo, incluido el incremento en el uso de fauna auxiliar. En este aspecto, teniendo en cuenta el % de aportación del sector obtentor se considera:



A partir de los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora permitió ahorrar 1.715.494 kg de fitosanitarios entre 2011 y 2016, una cifra equivalente al 4,7 % del total de fitosanitarios consumidos en España durante este periodo.

Tomando como referencia los datos de ECREA, el ahorro de fitosanitarios gracias a la aportación del sector obtentor se ha calculado según la siguiente metodología.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (II)

El **ahorro de fitosanitarios** durante el período comprendido entre 2011 y 2016, gracias al impacto del sector obtentor, se ha calculado en base a la tendencia en el consumo de fitosanitarios por hectárea, teniendo en cuenta lo siguiente:

▶ Se han tomado como referencia los datos de kg de fitosanitarios por kg de tomate producido de ECREA, debido a que toma como base comunidades autónomas representativas en el cultivo de tomate.

El cálculo de la cantidad de fitosanitarios ahorrados es el siguiente:

$$FSI = \sum_{i=2011}^{2015} (FS_i - FS_{2011}) * P_i * \%AP$$

Donde:

- FSI = Fitosanitarios ahorrados entre 2011-2015 [kg]
- FSi = Fitosanitarios usados en el año i [kg fitosanitario/kg de tomate producido] Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA y Anuario Estadística MAPA
- FS₂₀₁₁ = Fitosanitarios usados en el año 2011 [kg fitosanitario/kg de tomate producido] Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA y Anuario Estadística MAPA
- Pi = Producción de cultivo de tomate en el año i en España [kg] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 52% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo incorporar resistencias a distintas plagas y enfermedades del tomate. En concreto esperan que 9 tengan un impacto muy alto (5 sobre una escala de 1 a 5), y 4 menor, según los datos de los cuestionarios rellenados por las empresas obtentoras.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto, en línea con la tendencia de las normativas europeas en la materia, orientadas a la progresiva limitación del uso de estos productos.



iii. Consumo de energía

Los cambios fenotípicos introducidos por la mejora vegetal en el tomate, cambiando la estructura de la planta para la mejora de su manejo o disminuyendo la intensidad de inputs, podrían estar relacionados con cambios en el consumo de energía para la producción del cultivo. Por ello este informe parte de la siguiente hipótesis:



La mejora vegetal del tomate, y en concreto sus cambios fenotípicos, ha contribuido a la disminución del consumo de energía.

En este aspecto, no se dispone de información evolutiva respecto al consumo de energía en el proceso de producción del tomate. La información de detalle existente fue elaborada por el IRTA y Cajamar en el año 2012 con datos de valores medios de consumo de energía por superficie de cultivo de tomate en España (Torrellas et al., 2012).



El Comité de Expertos estuvo de acuerdo que, ante la falta de datos evolutivos, sí podía afirmarse que, como mínimo, el consumo energético por hectárea de tomate producida ha permanecido constante desde el año 2012.

Considerando que el consumo energético por hectárea ha permanecido constante desde el año 2012 y que la productividad del cultivo del tomate se ha incrementado entre 2012 y 2018, gracias a la actividad del sector obtentor, durante el periodo 2012-2018 el consumo de energía por kg de tomate fue un 2% inferior a la existente durante 2012. En consecuencia:



En caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor, para obtener la misma producción de tomate durante el periodo 2012-2018, hubieran sido necesarios 1.599 millones de MJ adicionales, con un promedio anual de 228 millones de MJ.



Esto equivale al consumo anual efectuado por 6.400 hogares⁶.

⁶ Se ha tenido en cuenta un consumo medio anual de un hogar de 41,9MJ/hogar, según datos del IDAE en el informe *Consumos del Sector Residencial en España: Información básica*

METODOLOGIA DE CÁLCULO (III)

Para el cálculo del ahorro energético se ha considerado un valor medio de necesidades de energía global (NEG) para la producción de tomate de 66MJ/m², según el estudio de Cajamar con datos de valores medios de consumo de energía por superficie de cultivo de tomate en España (Torrellas et al., 2012).

A partir de aquí se ha calculado se ha calculado por un lado el **consumo de energía necesaria** para la producción de tomate en España sin tener en cuenta la aportación del sector obtentor entre 2012 y 2018:

$$CESSO = \frac{NEG}{PRT_{2012}} \times \sum_{2012}^{2018} PRC_i$$

Donde:

- CESSO = Consumo de energía entre 2012 y 2018 sin la aportación del sector obtentor [GJ]
- NEG = Necesidades de energía global para la producción de tomate (MJ/m²]. Fuente: Estudio Cajamar (Torrellas et al., 2012)
- PRT = Productividad del tomate en el año 2012 [t/ha]. Fuente: Anuario Estadística MAPA
- PRC_i = Producción de tomate en el año i [t]. Fuente: Anuario Estadística MAPA

Y por el otro lado se ha calculado el consumo de energía necesaria para la producción de tomate **considerando la aportación del sector obtentor** entre 2012 y 2018:

$$CECSO = NEG \times \sum_{2012}^{2018} \frac{PRC_i}{PRT_i}$$

Donde:

- CECSO = Consumo de energía entre 2012 y 2018 con la aportación del sector obtentor [GJ]
- NEG = Necesidades de energía global para la producción de tomate (MJ/m²]. Fuente: Estudio Cajamar (Torrellas et al., 2013)
- PRT_i = Productividad del tomate en el año i [t/ha]. Fuente: Anuario Estadística MAPA
- PRC_i = Producción de tomate en el año i [t]. Fuente: Anuario Estadística MAPA

El **ahorro energético durante el período 2012-2018** se obtiene mediante la diferencia del Consumo energético con y sin el sector obtentor y aplicando el porcentaje de aportación del sector considerado, a través del siguiente cálculo:

$$E AH = (CESSO - CECSO) \times \%AP$$

Donde:

- E AH = Energía ahorrada durante el período 2012-2018 debido al incremento de productividad asociado al sector obtentor [GJ]
- CESSO = Consumo de energía entre 2012 y 2018 sin la aportación del sector obtentor
 [GJ]
- CECSO = Consumo de energía entre 2012 y 2018 con la aportación del sector obtentor
 [GI]
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)

Adicionalmente, las estimaciones anteriores hacen referencia al consumo energético adicional en ausencia de obtención vegetal, en caso de que la producción de este tomate adicional se hubiera producido en España. Sin embargo, en ausencia de obtención, no se hubiera podido mantener el volumen de exportaciones de tomate que se ha producido en los últimos años en España. De modo que para el cálculo del ahorro energético se considera también el consumo energético asociado al transporte de tomate que hubiera sido necesario importar en caso de no haberse querido alterar el volumen de exportaciones.

El cálculo de la cantidad de tomate que hubiera sido necesario importar durante el período comprendido entre 1990 y 2018, sin el impacto del sector obtentor, está detalla en el siguiente cuadro de metodología de cálculo.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (IV)

Las estimaciones anteriores hacen referencia al consumo energético adicional en ausencia de obtención en caso de que la producción de este tomate se hubiera producido en España. En caso de que hubiera sido necesario importar este tomate, con objeto de no reducir las exportaciones españolas, a los consumos anteriores deben añadirse los asociados al traslado de este tomate importado.

A partir del valor de la cantidad de tomate que hubiera sido necesario importar durante el período comprendido entre 1990 y 2018, calculado según el recuadro de la "Metodología de cálculo (VIII)", se estima el consumo energético de esta importación ponderando los consumos según modalidad de transporte (ferroviario, carretera, marítimo) y según porcentaje de importaciones de cada país en los últimos 5 años:

Distribución de las importaciones según país de origen:



Se han realizado los cálculos asociados a la importación considerando cada país importador en función de la distancia y el modo de transporte utilizado.



Estos cálculos han permitido **obtener el consumo energético promedio por tonelada debido al transporte (CEP)**, que es de 997 MJ/t importada. Por lo que el cálculo del consumo energético total de la importación es el siguiente:

$$CETI = PTASO \times CEP$$

Donde:

- CETI = Consumo energético total de la importación entre los años 1990-2018 [MJ]
- PTASO = Producción de tomate atribuible al sector obtentor i [t]. Calculado en el recuadro de la "Metodología de cálculo (VIII)"
- CEP= Consumo energético promedio que tiene un valor de 997 MJ/tonelada importada



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, y no haberse querido alterar el volumen de las exportaciones, **hubiera sido** necesario importar, entre 1990 y 2018, 36,4 millones de toneladas de tomate.

Esta importación adicional de tomate desde otros países hubiera tenido unos gastos energéticos adicionales principalmente asociados al consumo energético de los diferentes modos de transporte utilizados.



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, se hubiera producido un **consumo energético adicional de 36.330 millones de MJ asociado a los gastos energéticos del transporte** en la fase de importación.

En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto un consumo de energía promedio anual en el transporte de 1.250 millones de MJ/anuales.



Esto equivale al consumo anual efectuado por 35.100 hogares.



Por lo tanto, el **ahorro energético total es de 1.480 millones de MJ/anuales** correspondiente a la suma de los **ahorros energéticos en la producción, y en la importación** de tomate que hubiera sido necesario obtener en caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor.



En total esto equivale al consumo anual efectuado por 41.500 hogares

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 36% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como **objetivo disminuir el uso de maquinaria para su producción,** aunque no se espera que tengan un impacto alto en este objetivo, según datos obtenidos a través de los cuestionarios rellenados por las empresas obtentoras.

Por otro lado, el 84% de las iniciativas aspiran a **me-jorar el manejo del cultivo**. En concreto, esperan que diez tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y once, menor, según datos obtenidos a través de los mismos cuestionarios.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?











iv. Consumo hídrico

El consumo hídrico de tomate corresponde al suministro de las necesarias cantidades de agua a los cultivos mediante diversos métodos artificiales de riego. Este tipo de agricultura requiere de inversiones de capital y una cuidada infraestructura hídrica en función de si se trata de cultivo al aire libre o invernadero, exigiendo, a su vez, un desarrollo técnico avanzado.

Por ello, en el marco de este informe se ha establecido la siguiente hipótesis:



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución del consumo de agua para la irrigación del cultivo del tomate.

Según datos de IFAPA para tomate en invernadero en Almería, las dosis de riego aplicadas para el tomate en invernadero por hectárea han disminuido considerablemente desde 1982. En este sentido, Almería es la comunidad con una mayor superficie de cultivo de tomate en invernadero en España con una superficie en regadío de 88.279 ha en 2017, según el *Anuario de estadística* (MAPA, 2019b). Teniendo este hecho en cuenta, se ha calculado la dosis de riego de tomate en invernadero ahorrada gracias a la mejora vegetal. Cabe destacar que gran parte de la reducción del uso de agua por hectárea en invernaderos vienen dada por la innovación tecnológica en este ámbito, mientras que la reducción del uso de agua por kg producido viene dada principalmente gracias a los aumentos de productividad derivados de la mejora vegetal.



El Comité de Expertos atribuye parte de esta disminución del consumo de agua por kg de tomate producido en regadío a **factores como la modernización y optimización de los sistemas de regadío**. No obstante, estuvo de acuerdo en asumir que la actividad obtentora también ha tenido un efecto en la disminución de las necesidades de irrigación del cultivo por kg de tomate producido.



Los resultados de las dosis de consumo de agua por hectárea producida de tomate **tienden a disminuir en los últimos años**. A partir de los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora de 1990 a 2017 **ha permitido ahorrar 15,3 millones de metros cúbicos de agua anuales** en el cultivo del tomate en invernadero.



El ahorro de agua es el equivalente al consumo anual de una ciudad de 294.400 habitantes.

A continuación, se describe la metodología para el cálculo del ahorro en el consumo hídrico en el cultivo del tomate.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (V)

El **ahorro en el consumo de agua** durante el período comprendido entre 1999 y 2018, gracias al impacto del sector obtentor, se ha calculado en base a la tendencia en el consumo de agua por ha de cultivo de tomate en invernadero, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ▶ Se ha tomado como referencia datos del IFAPA (2017) donde se indica una reducción del consumo de agua de 7.000 m3/ha año a 4.500 m3 en 2017 en Almería, la provincia española con mayor superficie cultivada de tomate en invernadero y se han extrapolado dichos datos a la producción de tomate en invernadero en todo el estado. Se ha tomado como referencia datos del IFAPA (2017) donde se indica una reducción del consumo de agua de 7.000 m3/ha en 1982 año a 4.500 m3 en 2017 en Almería, la provincia española con mayor superficie cultivada de tomate en invernadero
- Se ha asumido que la reducción del consumo de agua ha sido constante entre 1982 y 2017, reduciendo el consumo 128,57 m3/ha cada año. En este contexto, se asume que en 1990 se consumieron 5.971,43 m3/ha en invernadero, valor tomado como referencia para el cálculo del ahorro.
- Se han extrapolado dichos datos a la producción de tomate en invernadero en todo el estado.

El cálculo del consumo hídrico ahorrado gracias al sector obtentor es el siguiente:

$$ACH = \sum_{i=1990}^{2017} (STH_i * 5.971,43 - [STH_i * 5.971,43 - 128,57i]) * \%AP$$

Donde:

- ACH = Ahorro en el consumo hídrico entre 1999-2017 [m³]
- STH_i = Superficie dedicada a la producción de tomate en invernadero en España [ha]
 Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Según los datos obtenidos a través de los cuestionarios rellenados por las empresas obtentoras, actualmente no existen iniciativas de innovación del sector obtentor que tengan como objetivo mejorar la tolerancia del cultivo al estrés hídrico de forma directa. Aun así, un 56% de las iniciativas tiene como objetivo compensar los efectos del cambio climático, que incluye el desarrollo de nuevas variedades con una mayor adaptabilidad a escenarios de más sequías.

La innovación en este campo cobrará una especial importancia futura, teniendo en cuenta que el cultivo es de regadío y que las previsiones climáticas apuntan a un aumento de los períodos de sequía en los próximos años, siendo España uno de los primeros países europeos en percibir estos efectos.

A QUÉ RETOS RESPONDE? OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGRARIO

b. Emisiones de gases de efecto invernadero

Atendiendo a que las emisiones están asociadas principalmente al consumo energético, y habiéndose considerado que éste se ha mantenido, por hectárea, constante desde el año 2012, se ha realizado una **aproximación para estimar las emisiones**, **similar a la elaborada para el consumo energético**. En particular, este informe considera la siguiente hipótesis:



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución de emisión de gases de efecto invernadero en su cultivo.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (VI)

El cálculo de las emisiones de CO2 ahorradas es análogo al del ahorro energético. En este caso se ha considerado unas emisiones (EM) de 0,25 kg CO₂/kg según el estudio de Cajamar **con datos de valores medios de emisiones por quilogramo de producción de tomate en España.**

De modo que a partir de la suma de la diferencia entre emisiones de CO2 por kg de tomate producido entre 2012 y 2020 se puede obtener el ahorro de la siguiente manera:

$$AH\ CO2 = EM \times PRT_{2012}(\frac{1}{PRT_{2012}} \times \sum_{2012}^{2018} PRC_i - \sum_{2012}^{2018} \frac{PRC_i}{PRT_i}) \times \%AP$$

Donde:

- AH CO2 = Ahorro promedio anual de emisiones de CO2 debido al incremento de producción del tomate gracias a las innovaciones del sector obtentor [tCO2]
- EM = Emisiones de CO₂ por quilogramo de tomate producido (kgCO₂/kg tomate]. Fuente: Estudio Cajamar (Torrellas et al., 2013)
- PRT_i = Productividad del tomate en el año i [t/ha]. Fuente: Anuario Estadística MAPA
- PRC_i = Producción de tomate en el año i [t]. Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)



En caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor, para obtener la misma producción de tomate durante el periodo 2012-2018, se hubieran emitido **50.420 toneladas de CO₂ adicionales**. Es decir, unas emisiones promedio de **7.200 toneladas de CO₂ anuales**.



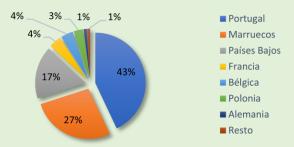
Esto equivale a las emisiones anuales de 4.300 coches.

Adicionalmente, las estimaciones anteriores hacen referencia a las emisiones de gases de efecto invernadero adicionales que, en ausencia de sector obtentor, se hubieran producido en España para obtener las mismas cantidades de tomate que se produjeron en el periodo. No obstante, en caso de que hubiera sido necesario importar este tomate (con objeto de no reducir las exportaciones españolas), a las emisiones anteriores deberían añadirse las asociadas al traslado de este tomate importado, calculadas en el cuadro de Metodología de cálculo VII.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (VII)

A partir del promedio de la cantidad anual adicional producida de tomate gracias al sector obtentor entre 2012 y 2018, se estima las emisiones de CO2 adicionales asociadas a esta producción que se supone que se hubiera tenido que importar, **ponderando las emisiones** del transporte según modalidad de transporte (ferroviario, carretera, marítimo) y según porcentaje de importaciones de cada país en los últimos 5 años:

Distribución de las importaciones según país de origen:



▶ Se han realizado los cálculos asociados a la importación considerando cada país importador en función de la distancia y el modo de transporte utilizado.



Estos cálculos han permitido **obtener las emisiones de CO2 promedio por tonelada debido al transporte (ECO2P)**, que son de 0,07 kg CO2/t importada. Por lo que el cálculo de las emisiones totales de la importación es el siguiente:

$$ETI = PPAA \times ECO2P$$

Donde:

- ETI = Emisiones de CO2 totales de la importación entre los años 2012-2018 [€]
- PPAA = Promedio de la producción adicional anual de tomate entre 2012-2018 [t] Calculado en el recuadro de la "Metodología de cálculo (IX)" ¡Error! Marcador no definido.
- ECO2P = Emisiones de CO2 promedio, que tiene un valor de 0,07 kg CO2/tonelada importada



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, y no haberse querido alterar el volumen de las exportaciones, **hubiera sido necesario importar**, entre 2012 y 2018, 15,2 millones de toneladas de tomate, con unas **emisiones de gases de efecto invernadero de 1,1 millones de toneladas de CO**_{2eq}.

En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto unas emisiones adicionales promedio anuales asociadas al transporte de 90.250 t de CO_{2eg}/año.



Esto equivale a las emisiones anuales de 53.200 coches.



Por lo tanto, el **ahorro de emisiones total es de 97.450 t de CO₂eq/año** correspondiente a la suma de los **ahorros de emisiones en la producción, y en la importación** de tomate que hubiera sido necesario obtener en caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor.



En total esto equivale a las emisiones anuales de **57.500 coches**

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?









c. Extensión de las tierras de cultivo y deforestación

La mejora vegetal, al contribuir a incrementos productivos, también contribuye a usar menos superficie de cultivo para obtener la misma producción. Por ello, se realiza la siguiente hipótesis:



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución de la deforestación y a una disminución en la extensión de las tierras de cultivo.

El cálculo de superficie de tomate que hubiera sido necesaria cultivar durante el período comprendido entre 1990 y 2018 para mantener la producción obtenida dichos años, sin el impacto del sector obtentor, está detallada en el siguiente cuadro.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (VIII)

La **superficie que hubiera sido necesaria cultivar** durante el período comprendido entre 1990 y 2018, sin el impacto del sector obtentor, se calcula en base a la suma de la producción atribuible a la mejora vegetal, considerando las siguientes hipótesis:

- Se considera que la mejora vegetal aún no tenía efectos sobre la productividad en el año 1990.
- ▶ Se considera que la diferencia entre la productividad anual de los años 1991-2018 y la productividad en 1990 es atribuible a la mejora vegetal, en el porcentaje de aportación del sector obtentor considerado en cada escenario.

El cálculo de la superficie que hubiera sido necesaria cultivar es la siguiente:

$$SPI = \sum_{i=1990}^{2018} \frac{PTAi}{PRT - (\frac{PTAi}{SPi})} = \frac{PTAi}{PRii}$$

Donde:

- SPI = Superficie adicional de tomate que hubiera sino necesaria cultivar entre 1990 y 2018
- PTAi = Producción de tomate adicional gracias a la mejora en el año i [t] Calculado en el recuadro de la "Metodología de cálculo (VIII)" ¡Error! Marcador no definido.
- PRii = Productividad año i sin la aportación de la mejora vegetal [t/ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA y cálculos propios
- PRT = Productividad año *i* [t/ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- SPi = Superficie de cultivo de tomate en el año i [ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA



Si los incrementos de rendimiento gracias a la mejora desde 1990 no se hubieran producido, se hubiera necesitado una media de 28.079 ha más cada año, (¡Error! N o se encuentra el origen de la referencia.35) para obtener la producción obtenida anualmente de tomate, el equivalente a 40.113 campos de futbol. Esta superficie extra hubiera entrado en competición con otros tipos de cultivo o con superficies forestales, tanto del estado español como externas, en el caso que se hubiera optado por importarlas.

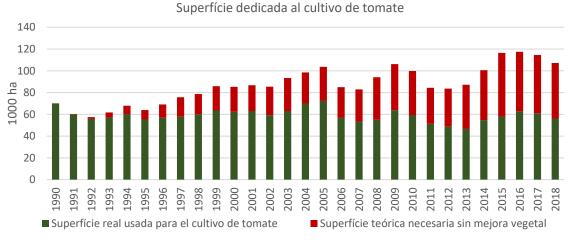


Figura 36. Superficie dedicada al cultivo de tomate en España entre 1990 y 2018.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



4.3. Impactos económicos

a. Incremento de las toneladas de tomate producidas

El incremento de la productividad de los cultivos que ha aportado el sector obtentor en los últimos años ha supuesto **un incremento de las toneladas de tomate producidas**. Teniendo en cuenta los incrementos de producción derivados de las mejoras en el sector obtentor, se estima que la mejora vegetal ha permitido obtener...



Figura 37.Impactos en el eslabón de producción y promedio en toneladas de tomate entre los años 1990 y 2018 y anual.



La producción acumulada adicional **entre 1990 y 2018 ha sido de 36,4 millones de toneladas, un 32% de la producción en este periodo**. En este sentido, la aportación anual sería de 1,26 millones de toneladas de tomate adicionales gracias a la mejora vegetal.



METODOLOGIA DE CÁLCULO (IX)

La **cantidad de tomate adicional producida** entre 1990 y 2018 gracias a las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, se calcula en base a la suma de la producción atribuible a la mejora vegetal, considerando las siguientes hipótesis explicadas de forma más amplia en el apartado 4.1 de este documento:

- Se considera que la mejora vegetal aún no tenía efectos sobre la productividad en el año
- ▶ Dado que el uso global de inputs en el cultivo de tomate ha disminuido en los últimos años, el factor total de productividad del tomate es un 1% anual superior a los incrementos anuales de rendimiento observados en este cultivo.
- ▶ Se considera el escenario conservador en el que considera que el 50% de la mejora de productividad es atribuible al sector obtentor (hipótesis validada por el Comité de expertos).

Para el cálculo de la **cantidad de tomate adicional** en primer lugar se calcula el porcentaje de incremento anual atribuido a la mejora vegetal:

$$\%IMV_i = (\frac{PR_i - PR_{i-1}}{PR_{i-1}} + 1\%) \times \%AP$$

Donde:

- %IMV_i = Porcentaje de incremento atribuido a la mejora vegetal en el año "i" respecto el año "i-1" [%]
- PR_i = Productividad año *i* [t/ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- PR_{i-1} = Productividad año *i-1* [t/ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor [%] Se considera el escenario conservador del 50% (hipótesis validada por el Comité de expertos)

A partir de aquí se calcula la **producción de tomate atribuible al sector obtentor entre 1990** y **2018** de la siguiente manera:

$$PTASO = \sum_{i=1991}^{2018} [(PR_{i-1} \times (1 + \%IMV_i) - PR_{1990}) \times SP_i]$$

Donde:

- PTASO = Producción de tomate atribuible al sector obtentor i [t]
- PR₁₉₉₀ = Productividad año 1990 [t/ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- PR_{i-1} = Productividad año *i-1* [t/ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA
- %IMV_i = Porcentaje de incremento atribuido a la mejora vegetal en el año "i" respecto el año "i-1" [%]
- SP_i = Superficie de cultivo de tomate en el año i [ha] Fuente: Anuario Estadística MAPA

b. Incremento de los ingresos derivados del incremento de la producción

El incremento de la productividad y de la calidad del tomate que ha aportado el sector obtentor en los últimos años ha permitido un incremento de los rendimientos económicos obtenidos por los productores. Teniendo en cuenta los incrementos de producción derivados de la mejora varietal, se estima que la actividad del sector obtentor ha permitido:

Impactos en el eslabón de producción



Incrementar los ingresos de los agricultores entre 1990 y 2017 en

12.058 millones de euros



de sus ingresos en este periodo



Un aumento promedio de sus ingresos anuales de

430,7 millones de euros



Figura 38. Impactos en el eslabón de producción en los ingresos de los agricultores y de promedio entre los años 1990 y 2017 y anual.



El incremento de la producción asociado a la actividad del sector obtentor ha permitido aumentar los ingresos de los agricultores entre 1990 y 2017 en 12.058 millones de euros, un 31,2% de sus ingresos de este periodo. Esto supone una aportación a los ingresos anuales en promedio de 430,7 millones de euros/año, siendo más elevada en los últimos años del periodo.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (X)

El incremento de los ingresos de los agricultores atribuibles a la mejora vegetal entre 1990 y 2017 se calcula en base a (1) el valor a precios básicos por tonelada de tomate producida y a (2) la producción atribuible a la mejora vegetal explicada en el cuadro de "Metodología de cálculo IX.

- El cálculo del valor a **precios básicos por tonelada** de tomate producida se ha calculado de la forma siguiente:

$$PBT_i = \frac{PB_i}{PA_i}$$

Donde:

- PBT_i = Valores a precios básicos por tonelada producida en el año i [€/t].
- PB_i = Valores a precios básicos en el año i [€] Fuente: Cuentas Anuales de la Agricultura (CEA)
- PA_i = Producción anual en el año *i* [t]. Fuente: Anuario Estadística MAPA

De modo que los **ingresos atribuibles a la mejora vegetal entre los años 1990 y 2017** se calculan del siguiente modo:

$$IIA = \sum_{i=1990}^{2018} [PBT_i \times PTASO_i]$$

Donde:

- 1. IIA = Incremento de los ingresos de los agricultores atribuibles a la mejora vegetal [€]
- 2. PBT_i = Valores a precios básicos por tonelada producida en el año *i* [€/t]
- 3. PTASO_i = Producción de tomate atribuible al sector obtentor *i* [t] Calculado en el cuadro de "Metodología de cálculo IX"



c. Incremento del Valor Añadido Bruto derivado del incremento de los ingresos

El incremento de los ingresos para los agricultores ha supuesto, a su vez, una aportación al conjunto de la economía española en forma de Valor Añadido Bruto (VAB, en adelante). El VAB es la macromagnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de productores de un área económica, recogiendo en definitiva los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo. La aportación del sector obtentor se ha cuantificado en base a esta metodología, desagregando los impactos directos, indirectos e inducidos que se derivan de esta actividad...

- Impacto directo: corresponde a la generación de ocupación e ingresos de forma directa por la actividad.
- Impacto indirecto: corresponde a la generación de ingresos y ocupación producida en las empresas relacionadas con las actividades generadoras de efectos directos (básicamente a través de la provisión de bienes y servicios).
- Impacto inducido: valor económico y puestos de trabajo generados como consecuencia del gasto y el consumo de los empleados de las actividades directa e indirectamente relacionadas con el sector evaluado.

Teniendo en cuenta los ingresos adicionales del sector agrario gracias a las aportaciones de las compañías obtentoras, se ha obtenido el valor añadido bruto que aporta el sector.



La actividad obtentora ha permitido incrementar el VAB total durante el periodo comprendido entre 1990 y 2017 en 16.697 millones de euros. Lo que supone una aportación al VAB total anual en promedio de 596 millones de euros/año, siendo más elevada en los últimos años del periodo



Figura 39. Valor Añadido Bruto durante el período 1990 y 2017 y anual generado por la actividad obtentora.

Para el cálculo del impacto económico debido a las aportaciones del sector obtentor, se han calculado los impactos directos, indirectos e inducidos del valor añadido bruto (VAB).

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XI)

El cálculo del Valor Añadido Bruto (VAB) parte del incremento de los ingresos de los agricultores gracias a la aportación del sector obtentor. Este incremento ha supuesto, a su vez, una aportación al conjunto de la economía en forma de valor añadido bruto generado de forma directa. La relación entre los ingresos adicionales y el VAB directo se calcula con la información de base publicada en el marco input-output de España (INE). Los multiplicadores utilizados para el cálculo son los vinculados al CNAE de las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca

De forma análoga el **cálculo del VAB indirecto generado a partir del incremento de ingresos de los agricultores** se realiza en base a los factores multiplicadores publicados en el marco de las tablas input-output de España (INE). Estos multiplicadores miden el **efecto de un incremento de una unidad final en el sector de análisis sobre la producción de todos los sectores** de actividad económica. De este modo, al multiplicar los ingresos directos obtenidos previamente por los diferentes factores multiplicadores, se obtiene un número relativo al valor añadido bruto, que incluye tanto el impacto directo como indirecto derivado de la inversión en I+D+i. Por tanto, para obtener el impacto indirecto, se resta al número obtenido, el VAB directo calculado anteriormente.



Finalmente, para el **cálculo del efecto inducido de cada actividad**, se ha trasladado la masa salarial total estimada a partir de los impactos directos e indirectos a renta bruta disponible. A esta cantidad se le han restado los impuestos, estimando, de este modo, la masa salarial neta que reciben los trabajadores. Descontando las cantidades que se destinan a ahorro, se ha obtenido el gasto realizado en las diferentes ramas de la economía por parte de los trabajadores.



El Valor Añadido Bruto total en base a los ingresos adicionales generados por la actividad **del sector obtentor** se calcula a partir de la suma del VAB directo, indirecto e inducido

4.4. Impactos sociales

a. Generación de puestos de trabajo

Más allá del impacto económico generado, la obtención vegetal también tiene una gran trascendencia en el desarrollo agrario en términos de ocupación. La generación de ingresos asociada a la actividad del sector obtentor ha hecho posible, a su vez, la generación de puestos de trabajo adicionales de forma directa, indirecta e inducida.

Generación de puestos de trabajo promedio durante el periodo 1990-2017 (puestos de trabajo anuales equivalentes)

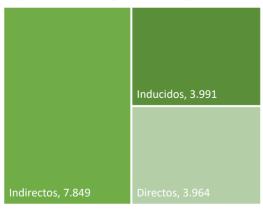


Figura 40. Puestos de trabajo anuales promedio durante el periodo 1990-2017 generados por la actividad obtentora.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XII)

El cálculo de los puestos de trabajo generados de forma directa, indirecta e inducida por el incremento de ingresos del sector agrario generado por la actividad del sector obtentor es análogo a lo que sucede en el caso del VAB. En el marco de las tablas input-output de España también se han publicado factores multiplicadores relativos a la generación de puestos de trabajo. De modo que la metodología utilizada para la estimación del número de puestos de trabajo generados de forma indirecta por las diferentes actividades será similar a la utilizada en el caso del VAB.

La generación total de puestos de trabajo en base a los ingresos adicionales generados por la actividad del sector obtentor se calcula a partir de la suma de los puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos





En este sentido, se han generado **15.804 puestos de trabajo anuales equivalentes** durante el periodo **1990-2017**.

Este impacto económico y social es aún más relevante si se tiene en cuenta que **donde se han** generado mayoritariamente es en las zonas rurales de España.

Andalucía y Extremadura son las CC.AA. con mayor superficie de cultivo de tomate en España (40% cada una en 2019), y son en consecuencia las regiones que reciben un mayor impacto en cuanto a la generación de puestos de trabajo en el eslabón de la producción. A nivel de empleo agrícola, según datos del INE, en 2019, las comunidades autónomas mencionadas sumaron un total de 303.925 ocupados en la agricultura. En este aspecto, los puestos de trabajo anuales equivalentes generados gracias a la aportación del sector obtentor sería de un 5%.

b. Innovación social realizada por el sector obtentor en la agricultura

El estudio también ha buscado capturar aquellas iniciativas de innovación social que van más allá de la propia actividad económica. A través de los cuestionarios respondidos por parte de las compañías obtentoras en el cultivo del tomate, se han identificado más de 20 iniciativas de diferente naturaleza vinculadas a la responsabilidad social corporativa (RSC), impulsadas y financiadas por las empresas obtentoras.



El sector obtentor es uno de los sectores **económicos con un mayor conocimiento de la España rural**. Su estrecho vínculo con los agricultores los ha llevado a **implementar distintas iniciativas que favorecen y mejoran las condiciones de vida de los agricultores** en las zonas donde desarrollan el cultivo del tomate.

A continuación, se destacan algunas de ellas.

Iniciativas de apoyo del sector primario y al medio rural



Good Growth Plan

Plan de compromisos global con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola para 2020. Se inicia en 2013. Engloba proyectos como Operación Polinizador.



Herramienta digital para la protección y conservación del suelo y agua La iniciativa pone a disposición de agricultores y técnicos una nueva herramienta digital para proteger el suelo y el agua en entornos agrarios.



Cruz Roja Responde

Donación a la iniciativa Cruz Roja Responde, que da soporte a zonas rurales tras la pandemia del covid 19.

Iniciativas para promover la alimentación saludable



Summersun, niños y deporte

Campaña de sensibilización. Carpa en campos de rugby de niños con tomate cherry *summersun* para incentivar la ingesta de tomate cherry después de los partidos como snack.



Acercar a los niños a las plantas

Desplazamiento de excursión de colegios al invernadero con charlas por parte de los técnicos de la compañía



Sapiens del Tomate

Campaña de sensibilización. Escribir y editar un libro que reúna la mayor información sobre el tomate



La Pand

Taller para niños de 4 a 8 años para introducirles las hortalizas y mejorar sus hábitos alimenticios.

5. Impactos ambientales, sociales y económicos en la fase de distribución y consumo

El tomate es la hortaliza fresca más consumida entre los españoles y la más costosa en términos de gasto. En 2019 se consumieron una media de **13,3 kilos de tomate por persona y año**, representando un 23,4% del consumo total de hortalizas frescas en los hogares y un 2% del consumo total. El consumo per cápita anual, no obstante, ha decrecido en los últimos cinco años (-5 puntos, entre 2015 y 2019). El consumo fuera del hogar, por su parte, alcanzó los 0,98 kilos por persona. En términos de gasto, los tomates concentraron el 20% del gasto de los hogares en hortalizas, con un total de **22,5 euros por persona y año**, según datos del Panel de Consumo Alimentario del MAPA. El gasto per cápita muestra una tendencia creciente en los últimos cinco años, debido al encarecimiento registrado.

Los supermercados y la tienda tradicional son las plataformas donde más se compra este producto, llegando entre ambas a tener una cuota superior al 60%.



Figura 41. Principales canales de comercialización del tomate fresco. Fuente: MAPA, 2019

España es el segundo exportador de tomate para consumo en fresco. En 2019, un 62,5% de la producción de tomate para consumo en fresco (1.078 miles de toneladas) se destinó a la exportación, alcanzando un valor de 921,7 millones de euros. Tras varios años de liderazgo, el tomate dejó de ser en 2019 la hortaliza más exportada. La masiva oferta marroquí a bajos precios y la mayor eficiencia productiva de los invernaderos de otros países comunitarios donde España coloca sus exportaciones, son las principales causas.



Figura 42. Radiografía del consumo de tomate fresco en España. Fuente: MAPA, 2019

5.1. Impactos ambientales

Los impactos ambientales identificados en el eslabón de la distribución y el consumo están relacionados con el transporte del tomate fresco hacia las centrales hortofrutícolas y los centros de distribución y comercialización.

En el marco del estudio no se ha identificado que la I+D+i por parte del sector obtentor esté orientada a incidir en este ámbito.

5.2. Impactos socioeconómicos

a. Incremento del consumo interno y contención de precios

El consumo de tomate fresco en hogares se incrementó desde el año 1999 desde entorno las 500.000 toneladas a 615.000 toneladas el año 2019. Esto supone un incremento en términos de producción de un 22% en los últimos 19 años.

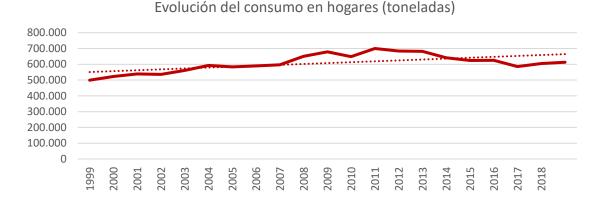


Figura 43. Evolución del consumo de tomate fresco en los hogares (MAPA, 2019)

En el marco de este informe se ha considerado la hipótesis de que el sector obtentor ha contribuido, en alguna medida, a este aumento.



La mejora vegetal del tomate ha contribuido al aumento de la producción de tomate fresco y, por ende, a contener el precio del tomate para el consumo interno.

Para poder verificar esta hipótesis, resulta necesario entender el impacto de la internacionalización, y en particular, del comercio exterior. El consumo interno de tomate fresco representa aproximadamente entre un 30 y un 50% del total de la producción anual en los últimos 20 años⁷. El resto, se destina a la exportación.

⁷ El consumo en hogares representa la mayor parte de este consumo. El consumo extradoméstico representa aproximadamente el 1% de la producción total.

Evolución del destino de la producción del tomate fresco



Figura 44. Evolución del consumo interno y de las exportaciones de tomate fresco (Panel de consumo alimentario en Hogares y Anuario de Estadística, MAPA 2019)

Si bien se observa en los últimos años una tendencia positiva en los incrementos de la producción total del tomate fresco y de las exportaciones, en el caso del consumo de tomate en hogares ha habido más variabilidad. Si se compara el consumo en hogares y las exportaciones respeto a la producción, se puede observar como el consumo interno tiende a disminuir, mientras que las exportaciones tienden a aumentar en los últimos 20 años (Figura 45).

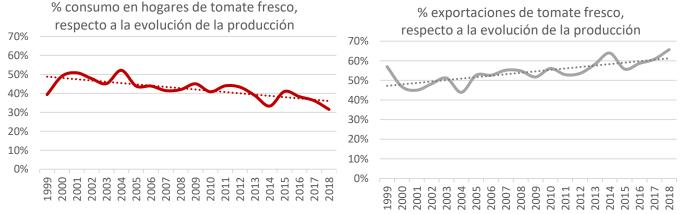


Figura 45. Evolución consumo de tomate para consumo en fresco en los hogares, y de las exportaciones en España (MAPA, 2019b; MICT, Datacomex, 2019)

En términos monetarios, la evolución del consumo en hogares de tomate ha aumentado significativamente en los últimos 20 años, pasando desde los 440 millones de euros en 1999 a más de 1.000 millones de euros el año 2019. Esto supone un **incremento del consumo (en valor)** de un 136% en los últimos 19 años.

Evolución del consumo en hogares

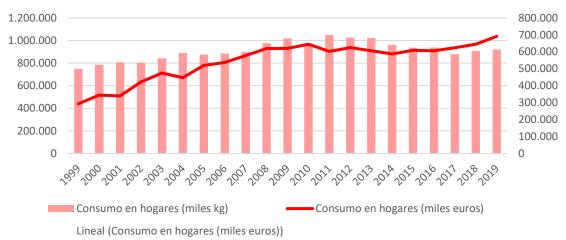


Figura 46. Evolución del consumo de tomate fresco en los hogares en valor y cantidad (MAPA, 2019)

Si bien este estudio evalúa el impacto de la mejora vegetal del tomate fresco en España, la mejora vegetal de este cultivo tiene **efectos a nivel global, que trascienden en la cadena de valor del tomate**. La falta de investigación, desarrollo e innovación del sector obtentor en términos globales hubiera tenido distintos impactos:

- La productividad de tomate en el resto del mundo hubiera sido más baja, lo que habría impactado tanto en la cantidad de tomate disponible en el mercado (que sería más baja), como en su precio (que sería más caro, al existir menos oferta).
- En caso de que la cantidad de tomate en el mercado se hubiera mantenido, lo hubiera hecho a precios más elevados. Para elevar las cantidades producidas, hubiera sido necesario incrementar la superficie cultivada de tomate en el mundo.
- En cualquiera de los dos casos, los costes por kg producido habrían sido más elevados que los actuales.



El incremento de rendimiento conseguido en el cultivo del tomate gracias al sector obtentor ha permitido **contener el aumento del precio del tomate en fresco para consumo en hogares**, en un contexto de aumento de precios propiciado por el aumento de las exportaciones en los últimos 20 años.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



b. Incremento de las exportaciones.

Tal y como se ha comentado en el anterior apartado, una parte importante del tomate que se produce en España para consumo en fresco tiene como destino la exportación. El tomate exportado ha representado alrededor del 50% de la producción anual de tomate en los últimos años. En este contexto, el presente informe asume la siguiente hipótesis.



La mejora vegetal del tomate ha contribuido al aumento de las exportaciones de tomate fresco y, por ende, a aumentar las ventas y los ingresos de los agricultores.

Teniendo en cuenta que la producción total de tomate atribuible a la mejora vegetal entre los años 1999 y 2018 es de 33,1 millones de toneladas (visto en el apartado 4) y considerando el porcentaje de exportación anual de tomate producido durante este periodo, podemos estimar que en los últimos 20 años se han podido exportar 18,7 millones de toneladas de tomate gracias a la mejora vegetal. Esta cantidad es similar a la cantidad total de tomate exportada desde España durante este mismo periodo (tal y como muestra la Figura 46).



Figura 47. Comparativa entre la evolución de la exportación anual de tomate en España y la parte proporcional de la producción adicional de tomate atribuible al sector obtentor que estaría destinada a la exportación, según el porcentaje de exportación anual del tomate de los últimos años (Panel de consumo alimentario en Hogares y Anuario de Estadística, MAPA 2019)

Las empresas del sector obtentor encuestadas han considerado que la mayoría de las iniciativas en I+D+i que están desarrollando están orientadas a mejorar determinados factores (como el rendimiento del cultivo, la resistencia a enfermedades, etc.) pero en paralelo también consideran que están orientadas al incremento de la exportación del cultivo. Por lo que la exportación supone un incentivo importante en el diseño y la ejecución de los programas de I+D+i de las empresas obtentoras.



Si no hubiera podido incrementarse la producción de tomate gracias al sector obtentor (cuantificada en el apartado 4), estas cantidades hubieran tenido que dejar de exportarse, repercutiendo de manera directa en los ingresos de los agricultores.

En este contexto, las posibilidades y el potencial de exportación del tomate es una de las palancas que incentiva la innovación constante en este cultivo.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

El incremento de las exportaciones del tomate es el factor al que las empresas del sector obtentor consideran estar más orientadas en sus programas de I+D+i. Actualmente, 17 de las 25 iniciativas de innovación buscan, de alguna manera, el incremento de las exportaciones de tomate.

c. Calidad del tomate (según el distribuidor)

La calidad es un concepto heterogéneo, que acepta distintos matices según la parte de la cadena implicada. Para el comercializador, intermediario, mayorista o responsable de las cadenas de supermercados, la calidad puede entenderse de acuerdo con los siguientes parámetros...



En términos de coste: cuanto más bajo es el precio que pagar al agricultor, mayor margen comercial consigue el operador en destino.



Vida postcosecha: cuanta mayor resistencia tenga el tomate a la manipulación, menores serán las pérdidas de manipulado. Ello permitirá maximizar el tiempo del producto en perfecto estado en las instalaciones del distribuidor, racionalizar sus stocks y adaptarlos a demandas concretas de sus clientes.



Apariencia visual: la apariencia del fruto es uno de los principales factores que condicionan la decisión de compra del consumidor, constituyendo una exigencia básica para este agente.

En el marco de este informe se ha considerado la hipótesis de que el sector obtentor ha contribuido, en alguna medida, a aumentar la vida postcosecha del tomate.



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a alargar la conservación y, por ende, la vida media del tomate.

Actualmente, según la FAO, casi la mitad del desperdicio alimentario corresponde a los desechos de frutas y hortalizas a lo largo de toda la cadena. Si bien los factores ambientales y en particular, las enfermedades fúngicas, son responsables de las mayores pérdidas y desperdicios tanto en el campo como en post cosecha, el momento de la recolección, su almacenamiento o la genética de las distintas variedades también pueden explicar las diferencias en las conservaciones observadas.

En este contexto y tomando como referencia el tomate, su fruto es perecedero y cuenta con una vida postcosecha corta. La mayoría de las variedades de tomate tradicionales tienen una vida útil muy limitada (de 5 a 9 días) cuando el fruto se cosecha maduro. No obstante, en los últimos años, los mejoradores han desarrollado variedades de larga vida que han afectado al proceso de maduración y permitido alargar la postcosecha desde los 15 hasta los 30 días (RuralCat, 2018).

A continuación, se muestran dos ejemplos en los que la mejora genética ha permitido alargar la vida postcosecha de variedades concretas.

Tomate en rama



El tomate en rama se diferencia del resto de variedades por recolectarse cuando el fruto está maduro y por almacenarse sin refrigeración. En estas condiciones, puede llegar a tener una vida postcosecha superior a los seis meses.

Su larga conservación está relacionada directamente con la presencia de la **mutación alcobaça (alc.)**, que permite retardar la maduración, la senescencia y el decaimiento postcosecha. Se estima que esta mutación es responsable de un 26% de la variabilidad de esta variedad (Bota *et. al*, 2014).

Tomate cherry



Según datos aportados por Syngenta, se calcula que **el desperdicio** derivado del suministro de tomate desde el productor hasta el consumidor final **con variedades baby plum mejoradas podría reducirse en hasta un 25%** respecto a las variedades convencionales.



La mejora genética ha permitido **obtener tomates cada vez más firmes y de mayor vida postcosecha**, gracias la incorporación de genes que alteran la maduración del fruto.



Al mismo también el alargamiento de la vida postcosecha del tomate **contribuye a disminuir el desperdicio alimentario.**

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 57% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la mejora de la resistencia del producto en la cadena y la reducción del desperdicio. En concreto se espera que 10 tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y 6, menor.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, cabe esperar que la innovación en este campo cobre una especial importancia en el futuro, en un contexto de aumento demográfico y de limitación de los recursos.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?





d. Calidad del tomate (según el consumidor)

Si bien la calidad para el distribuidor puede entenderse a partir de los anteriores matices, para el consumidor la calidad se aprecia principalmente de acuerdo con tres parámetros...



Apariencia visual. La apariencia visual (imagen, tamaño, forma, color, etc.) es uno de los principales factores que condicionan la decisión de compra, constituyendo una exigencia básica en la elección inicial del fruto por parte del consumidor (Weaver et al, 1992).



Variedad. Más allá de la apariencia visual, las expectativas de los consumidores, su lugar de origen, su comportamiento respecto al medio ambiente, su poder adquisitivo o su estilo de vida requieren de un amplio abanico de variedades que satisfaga a todas las demandas y a todos los tipos de consumidores.



Atributos internos. La calidad interna del tomate es más compleja y abarca desde la firmeza, la textura y la jugosidad, entre las características físicas del fruto, hasta el sabor y su valor nutricional/funcional, entre sus características químicas. Estos factores son los que más influyen en la fidelización y en la repetición de compra (Maul et al. 1997).



La apariencia visual es un factor crítico en la **elección inicial** del consumidor...

...Sin embargo, en las compras posteriores la calidad interna del producto llega a ser el factor más influyente

Figura 48. Parámetros de calidad del tomate apreciados por el consumidor. Fuente: elaboración propia

Por todo ello, en el marco de este informe se han considerado las siguientes hipótesis:



La mejora vegetal del tomate ha contribuido a:

- Aumentar la diversidad del tomate
- Mejorar sus cualidades organolépticas
- Mejorar su valor nutricional.

i. Aumento de la diversidad del tomate

El tomate cuenta con una gran variabilidad en lo que se refiere a tamaños, formas y colores de sus frutos. A pesar de ello, distintos estudios sobre la domesticación del tomate han apuntado, durante años, que su domesticación y en particular la mejora de los cultivos para obtener rendimiento y productividad, han erosionado su variabilidad genética, especialmente si tenemos en cuenta las variedades silvestres y tradicionales. En consecuencia, rasgos de las especies silvestres como la resistencia a enfermedades y la tolerancia al estrés se han perdido (Ruiz Rubio, 2016).

Si bien hasta hace poco no había estudios estadísticos al respecto, un grupo de investigadores ha proporcionado evidencias de que la mejora ha aumentado considerablemente la diversidad de variedades de tomate desde la década de los 70 (Schouten et al., 2019). El estudio, que tiene en cuenta la diversidad de 90 variedades de tomate de invernadero en el noroeste de Europa (especialmente en los Países Bajos) durante las últimas siete décadas, muestra que la diversidad genética fue muy baja durante los años 60 pero que actualmente es ocho veces mayor que en aquel momento.

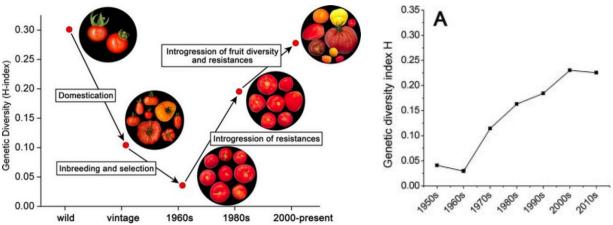


Figura 49.. Evolución de la diversidad del tomate en el noreste europeo. El H-índex fue calculado mediante la frecuencia de SNP (Single Nucleotide Polymorphisms) en cada época (Schouten, 2019).

El estudio diferencia distintos momentos clave que han impulsado el aumento de la diversidad genética del tomate en las últimas décadas. Destacan el **aumento del número de resistencias a plagas y enfermedades por variedad** (a partir de los años 70) y la mejora de los rasgos más visibles del fruto como el tamaño, el color y su sabor (desarrollados a partir de los años 80). En este sentido en el ámbito español **la gran diversidad de tomates ofertada ha permitido abrir mercados nicho**, satisfaciendo la demanda de consumidores concretos.



La mejora genética ha permitido aumentar la diversidad genética de los tomates, que se ha multiplicado por ocho en las últimas siete décadas.



El Comité de Expertos estuvo de acuerdo en que la mejora vegetal ha contribuido al aumento de la diversidad de tomates ofertados. Distintos expertos apuntaron que el sector de la producción de híbridos trabajaba hace 15 años con unas 20-25 variedades, mientras que en la actualidad trabajan con más de 800 variedades diferentes.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 79% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la obtención de una mayor diversidad de producto. En concreto se espera que 14 tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y 8, menor.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, cabe esperar que la innovación en este campo cobre una especial importancia en el futuro en un contexto en el que el consumidor es cada vez más exigente y marca las decisiones de la cadena aguas arriba.

ii. Mejora de las cualidades organolépticas

A pesar de que el consumo de tomate ha aumentado significativamente en las últimas décadas, distintos autores han observado desde los años 90 que los consumidores tienden a quejarse del sabor del tomate culpando a los cultivares modernos de falta de sabor. Algunos autores justifican este impacto de acuerdo con distintos factores (Ruiz Rubio, 2016) ...

- La mejora genética. La búsqueda de la disponibilidad de tomate durante todo el año o la tendencia de obtener un fruto cada vez más grande y firme afectan negativamente el sabor de tomate. En este sentido y a modo de ejemplo, el aumento de azucares (uno de los principales componentes del sabor) reduce el tamaño del tomate, su peso y, por ende, los ingresos de los agricultores, convirtiendo al sabor en un "inconveniente difícilmente asumible".
- **El manejo del cultivo,** y en particular, la tendencia de adelantar la cosecha de los frutos cuando cambian de color (breaker) para aumentar la vida postcosecha del tomate.
- Las condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas (12-14ºC) en aras a mejorar su conservación también impactan negativamente en el sabor.

En consecuencia, a partir de los años 90, los principales objetivos de los programas de mejora de tomate han sido la mejora de la calidad organoléptica o sensorial del tomate (Causse et al., 2010; Bergougnoux, 2014) para satisfacer las expectativas del consumidor. Distintas empresas del sector obtentor han lanzado al mercado variedades con un alto contenido en ácidos orgánicos, jugoso en su interior y con una textura crujiente que busca responder a la "explosión de sabor" demandada por el consumidor.

El sabor del tomate se mide teniendo en cuenta los siguientes componentes:

- Percepción de dulzura, es decir, la ratio entre azúcares y ácidos.
- El aroma, determinado por compuestos volátiles.
- La firmeza del fruto.
- La jugosidad.

En este contexto, un grupo de investigadores demostró en 2019 que las variedades de tomate lanzadas al mercado neerlandés mostraron un incremento significativo en la percepción de dulzura respecto a las variedades existentes en los años 50 (Schouten, 2019). El estudio también apuntaba que en términos relativos (y en relación con las variedades tradicionales) el sabor en las variedades modernas era una característica que no mostraba una mejoría representativa. Por ello, el sector obtentor ha trabajado (y sigue trabajando) en la caracterización de variedades con mejor sabor, con el objetivo de tener su germoplasma como fuente para la mejora vegetal (Rodrígues-Burruezo, 2005; Carbonell-Barranchina, 2006; Gascuel, 2017).

Una muestra de ello es el estudio publicado en 2017 en la revista Science, en el que un equipo científico **identificó 26 genes de compuestos volátiles asociados al sabor**, de los cuales tan solo 13 se encuentran en las variedades comerciales actuales. Este hallazgo supone un antes y un después en la investigación de este componente y marca la hoja de ruta de las líneas de investigación que buscan aumentar el sabor de los tomates en las variedades comerciales, manteniendo sus rendimientos y resistencia.

Los tomates ya no saben a tomate, pero tiene solución

Un equipo científico describe la ruta genética para recuperar el sabor tradicional del fruto



- Identificado el código genético responsable de 13
 compuestos químicos asociados al sabor que son abundantes
 en las variedades ancestrales.
- Se abren nuevas soluciones gracias a la mejora vegetal asistida por marcadores, o a partir de la técnica CRISPR (estatus legal no aclarado en la UE).

Figura 50. Ejemplos sobre líneas de investigación del sabor por parte del sector obtentor



La mejora genética se ha centrado desde la década de los 90 en la **mejora de la calidad organoléptica y sensorial del tomate**, para satisfacer las expectativas de los consumidores. Los avances en ciencia, que permiten conocer con más profundidad la genética del tomate, están permitiendo desarrollar variedades con mejor sabor.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 77% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la mejora de las cualidades organolépticas del tomate. En concreto se espera que 14 tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y 6 menor.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto. Por ello, cabe esperar que la innovación en este campo cobrará una especial importancia futura.

iii. Valor nutricional del fruto

La calidad nutricional está relacionada con la capacidad de los alimentos de proporcionar todos los nutrientes que favorezcan una buena salud y eviten la aparición de enfermedades.

El principal valor nutricional del fruto de tomate no viene dado por una gran presencia de macronutrientes como grasas, lípidos o proteínas, sino por la **presencia de antioxidantes**, como licopenos, B-carotenos y ácido ascórbico. En este aspecto, como se ha indicado en el apartado 3.1., **la presencia de licopenos y B-carotenos está determinada principalmente por la genética de la planta**, mientras que la presencia de ácido ascórbico depende de factores más complejos de interacción de la planta con su entorno (Roselló et al., 2011). Por otro lado, conviene destacar

Aportación del sector obtentor a la cadena de valor del tomate

que el cultivo en invernadero (ya sea en verano o invierno) muestran un contenido menor de carotenoides que los tomates producidos al aire libre durante los meses de verano (Cortés Olmos, 2014).

En este contexto, la mejora en el valor nutricional del fruto ha sido uno de los objetivos de mejora a partir de los años 90, junto a sus propiedades organolépticas. En este aspecto, se han analizado variedades salvajes, así como variedades tradicionales españolas, el germoplasma de las cuales, igual que en el caso del sabor, puede ser útil para su explotación y la inclusión en los programas de mejora de genes que inciden en la calidad nutricional (Cebolla-Cornejo et al., 2013; Rosello et al., 2011; Leiva-Brondo et al., 2016). En consecuencia, algunas de las líneas ricas en antioxidantes se han usado para el desarrollo de variedades comerciales, aunque en algunas ocasiones se ha identificado una disminución considerable en el rendimiento como efecto colateral (Cebolla-Cornejo et al., 2013; Leiva-Brondo et al., 2016).



La mejora genética se ha centrado desde la década de los 90 también en la mejora de la calidad nutricional del tomate, para satisfacer las expectativas de los consumidores y brindar productos más saludables. Los avances en ciencia, que permiten conocer en más profundidad la genética del tomate están permitiendo desarrollar variedades con mayor contenido en antioxidantes, y se está trabajando para que este tipo de mejoras no sean en detrimento del rendimiento del tomate.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 79% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la mejora de la calidad y en particular, del valor nutricional del tomate. En concreto se espera que 12 tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y 10, menor.

Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera una evolución positiva en este aspecto. Cabe esperar que la innovación en este campo cobre una especial importancia futura.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



e. Trazabilidad y seguridad alimentaria

El consumidor cada vez está más informado y da importancia a factores que van más allá de los criterios económicos, **como la salud y la sostenibilidad**. En este sentido, el consumidor exige cada vez una mayor trazabilidad del producto como garantía de diversos factores como la calidad, la proximidad o la seguridad alimentaria.

La trazabilidad, según la FAO, permite identificar el origen del producto desde el campo hasta el consumidor. Todas las acciones de control y monitoreo de los movimientos en las unidades de entrada y salida de una empresa son en este aspecto fundamentales, apuntando a una cadena productiva que ofrezca calidad con un origen seguro.

El uso de semillas de tomate de alta calidad derivadas del sector obtentor, así como la producción de plantones e injertos a partir de estas semillas por parte de las empresas semilleras, son claves para asegurar la calidad y seguridad alimentaria. Estas empresas trabajan con unos estándares muy altos de higiene para no introducir patógenos en la cadena de valor del tomate. Además, la producción de semillas y plántulas de forma estandarizada facilita la trazabilidad del producto de origen a fin.



El sector obtentor, juntamente con el sector semillero, aseguran unos estándares de calidad y seguridad alimentaria, evitando la introducción de patógenos en la cadena de valor y contribuyendo a la trazabilidad del producto final desde el inicio de la cadena.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



6. Principales conclusiones

La semilla es el primer eslabón de la cadena alimentaria, y, por lo tanto, un **insumo imprescindible para el sostenimiento de la cadena**. Su importancia, sin embargo, todavía no es suficientemente conocida ni valorada por la sociedad actual, hasta el punto de que la semilla, en el ámbito regulatorio, no está incluida en la cadena alimentaria.

El tomate se domesticó hace aproximadamente 7.000 años en México, pero no fue hasta el siglo XVI, a raíz de la colonización de América, que llegó a España, para extenderse progresivamente al resto de Europa y el mundo entero. A partir del siglo XX, con los avances en mejora genética, es cuando se han producido cambios más significativos en su rendimiento. El surgimiento de la industria obtentora y el desarrollo de nuevas variedades a través de la mejora genética permitió que se seleccionaran y desarrollaran variedades con características específicas, permitiendo extender los beneficios de una actividad altamente tecnológica a toda la cadena alimentaria.

El presente estudio, pese a la falta de datos públicos en cuanto a superficie cultivada y uso de semilla mejorada en España, así como de estudios disponibles en el ámbito estatal que estimen el impacto de la mejora genética en este sentido, ha permitido identificar y cuantificar la trascendencia de la investigación y el desarrollo de nuevas variedades de tomate, así como su contribución a la sostenibilidad económica, medioambiental y social en toda la cadena alimentaria española. En este aspecto, la mejora vegetal se configura como una herramienta tecnológica imprescindible para dar respuesta a los diferentes retos a los que se enfrenta la cadena de valor de este producto en los próximos años.

Históricamente, la mejora vegetal ha estado dirigida al incremento de rendimientos, ya sea alterando la anatomía de la planta o haciéndola más resistente a estreses bióticos y abióticos. No existen prácticamente estudios a nivel español relativos a la aportación de la mejora vegetal al incremento de los rendimientos de los cultivos, no obstante, los análisis desarrollados indican que el incremento de rendimientos en el tomate se explicaría por lo menos en un 50% por la actividad obtentora en un escenario conservador. Esta hipótesis ha sido contrastada por el Comité de Expertos, que indicó en distintas iteraciones que la innovación varietal podría explicar un aumento de los rendimientos superior al 50%. No obstante, por prudencia, este estudio ha tenido en cuenta la hipótesis de los estudios de referencia para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos. Este cálculo debería ser revisado en la medida que exista una mayor evidencia científica.

Por lo tanto, el estudio analiza los impactos del sector obtentor en toda la cadena de valor agroalimentaria según el **Escenario conservador** y destaca los principales **retos de la Estrategia europea "de la granja a la mesa"** (*From farm to fork*), que afronta cada impacto.



Sobre la aportación de la mejora vegetal en tomate en el sector agrícola (producción).

El impacto más directo y estudiado de la mejora vegetal en tomate se da en su producción. A continuación, se destacan los principales impactos del sector obtentor en el eslabón de la producción en el Escenario conservador:

1. Incremento de la productividad y de los ingresos en el campo español

Gracias a la introducción de nuevas variedades vegetales, unido a una mejora en las tecnologías y el manejo del cultivo, se han producido incrementos de productividad en tomate superiores al 240% en los últimos 50 años, y del 88% en los últimos 30. En 1970, la productividad media del tomate en España se situaba en 25 toneladas por hectárea, mientras que en 2018 se alcanzaron 85 toneladas por hectárea.

- En consecuencia, se estima que el incremento de la productividad del tomate ha supuesto una producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 de 36,4 millones de toneladas, un 32% de la producción en este periodo. En este sentido, la aportación promedio anual sería de 1,26 millones de toneladas de tomate adicionales gracias a la mejora vegetal.
- Estos impactos también se encuentran asociados a los ingresos de los agricultores. La actividad obtentora habría generado, entre 1990 y 2018, unos ingresos adicionales para el campo de 12.058 millones de euros, un 31,2% de sus ingresos en este periodo. Esto supone una aportación promedio anual de 430,7 millones de euros, siendo más elevada en los últimos años del período.
- En este contexto, cabe destacar que la genética del tomate tiene margen de mejora para llegar a obtener productividades mayores en función del fenotipo de la planta. Estudios recientes, centrados en la genética de la ramificación en tomate (Soyk, 2017), muestran que una expresión mayor o menor de estos genes permitirán ramificar el tomate de forma óptima para la producción de más inflorescencias.

Este impacto da respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa:

- > Incrementar la competitividad del sector agrario
- Afrontar el crecimiento demográfico y la demanda de alimentos
- > Optimización de recursos y reducción de impactos ambientales

En este aspecto, cabe destacar que la regulación de las nuevas herramientas de edición genética son claves para conseguir el máximo potencial genético de los cultivos, tanto en términos de productividad como en reducción de insumos. De no resolverse la paralización en la regulación de dichas herramientas en la Unión Europea, el sector no podrá competir con la producción de terceros países, impactando gravemente en España. El acceso a estas tecnologías, además, permitiría alcanzar los objetivos del Pacto Verde Europeo y sus dos estrategias.

2. Incremento de la resiliencia del subsector del tomate

Siendo el tomate uno de los hortícolas más consumidos a nivel mundial, unido a un aumento demográfico a nivel mundial, se espera un incremento en su demanda para los próximos años. El incremento de la demanda de tomate, aunado a un escenario de incertidumbre respecto a su producción como consecuencia del cambio climático, hace esperar que la rentabilidad del cultivo disminuya en los próximos años a no ser que se apliquen nuevas innovaciones a su cultivo.

Incrementar la productividad del tomate en España, teniendo estos hechos en cuenta, no solo incrementa la competitividad del campo español, sino que hace que su cadena de valor del sea más resiliente y asegure las exportaciones que se realizan del tomate, situando a España como líder internacional de su cultivo.

Este impacto da respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa:

- Dar respuesta al cambio climático
- Seguridad alimentaria y trazabilidad
- Afrontar el crecimiento demográfico y la demanda de alimentos
- Mejorar la calidad nutricional en un contexto de crecimiento demográfico

3. Creación de puestos de trabajo y contribución a la lucha contra la despoblación rural

Otro campo al que contribuye la obtención vegetal del tomate, estrechamente ligado a su impacto en los incrementos de rendimiento, es a afrontar el envejecimiento y la despoblación rural que está viviendo España en las últimas décadas. En este sentido la mejora vegetal ha permitido la creación de puestos de trabajo en España y contribuido al desarrollo y la competitividad rural del campo español.

El impacto del sector obtentor en el ámbito laboral va más allá del impacto directo de la propia actividad. Así, gracias al incremento de rendimientos en el cultivo del tomate, la actividad obtentora ha generado en España **15.804** puestos de trabajo anuales equivalentes durante el periodo 1990-2017, de los cuales 3.964 fueron creados de manera directa, 7.849 indirecta y 3.991 inducida. Estos puestos han tenido un impacto más concentrado en las Comunidades Autónomas productoras de tomate (Andalucía y Extremadura), por su estrecho vínculo con la actividad obtentora, contribuyendo al crecimiento socioeconómico en las mismas. Estos puestos de trabajo, generados en el sector del tomate, corresponderían a un 5% de los puestos de trabajo generados por el sector agrícola en estas regiones en 2019.

Este impacto da respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa:

- Incrementar la competitividad del sector agrario
- > Afrontar el envejecimiento y la despoblación rural
- Incrementar la competitividad de los sectores económicos

4. Reducción de inputs necesarios para la producción de tomate

Por otro lado, la obtención vegetal se torna imprescindible para mantener e incrementar la producción en un contexto de **reducción de inputs, exigido por la estrategia europea "De la granja a la mesa" (From farm to fork)**, que junto a la "Estrategia sobre Biodiversidad para 2030", cuentan con un objetivo común: contribuir al logro de la neutralidad climática de aquí a 2050 haciendo evolucionar el actual sistema alimentario de la UE hacia un modelo más sostenible. Para ello, establece ciertos objetivos para 2030, como la reducción en un 50% del uso y el riesgo de los fitosanitarios y reducir las pérdidas de nutrientes un 50%, sin alterar la fertilidad del suelo, además de reducir un 20% el uso de fertilizantes. Asimismo, una intensificación sostenible de la agricultura debe ir ligada a una reducción de las emisiones generadas por el sector.

- En este aspecto, a partir de los datos disponibles se estima que la actividad obtentora permitió ahorrar entre 2011 y 2016 en el cultivo del tomate 1.715.494 kg de fitosanitarios. Según los cuestionarios realizados, gran parte de las iniciativas desarrolladas actualmente en la mejora vegetal de este cultivo van encaminadas a este objetivo, siendo un 36% el porcentaje de iniciativas que se espera que tengan un impacto muy alto en este objetivo.
- En cuanto al uso de fertilizantes, se ha reducido tanto por hectárea como por kg producido. A partir de los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora permitió ahorrar 375.378 millones de toneladas de fertilizantes entre 2011 y 2016, una cifra equivalente al 1,3% del total de fertilizantes consumidos en España durante este periodo. En este aspecto, cabe destacar que el tomate tiene margen de mejora en

cuanto a la eficiencia en la absorción y uso de nutrientes, como, por ejemplo, mediante la mejora de portainjertos con raíces vigorosas (Venega y Elzenga, 2011). Según los cuestionarios realizados, 4 de las 25 iniciativas en I+D+i desarrolladas actualmente en la mejora vegetal de este cultivo, se espera que tengan un impacto alto o muy alto en este objetivo.

- Otro de los insumos que la aportación del sector obtentor ha permitido reducir es el consumo hídrico del cultivo del tomate. Los resultados de consumo de agua por kg producido de tomate tienden a disminuir en los últimos años. Con los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora permite ahorrar 15,3 millones de metros cúbicos de agua anuales en el cultivo del tomate. El ahorro de agua es el equivalente al consumo de una ciudad de 294.437 habitantes. Actualmente no existen iniciativas de innovación del sector obtentor que tengan como objetivo mejorar la tolerancia del cultivo al estrés hídrico de forma directa. Aun así, un 56% de las iniciativas tiene como objetivo compensar los efectos del cambio climático, que incluye el desarrollo de nuevas variedades con una mayor adaptabilidad al estrés hídrico provocado por sequías y por la baja disponibilidad de agua en un futuro.
- ▶ En el ámbito energético y de emisiones, la mejora vegetal en tomate contribuye a la disminución de las emisiones de efecto invernadero en su cultivo. En particular, el ahorro de emisiones es de 7.203 t de CO2eq/año correspondiente a los ahorros de emisiones en la producción, y 90.248 t de CO2eq/año a las emisiones evitadas en el transporte de tomate que hubiera sido necesario importar en caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor, y no haberse querido alterar el volumen de las exportaciones. Estas emisiones son equivalentes a las emisiones anuales de 57.460 coches.
- Asimismo, la mejora vegetal del tomate ha contribuido a la disminución de la deforestación y a una disminución en la extensión de las tierras de cultivo. En particular, si los incrementos de rendimiento gracias a la mejora desde 1990 no se hubieran producido, se hubiera necesitado una media de 28.079 ha más cada año para obtener la producción existente de tomate, el equivalente a 40.113 campos de futbol. Esta superficie extra hubiera entrado en competición con otros tipos de cultivo o con superficies forestales, tanto del estado español como en otros países, en el caso que se hubiera optado por importarlas. El mantener o usar menos superficie obteniendo más producción, permite conservar la biodiversidad en las superficies forestales.

Este impacto da respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa junto a la estrategia sobre biodiversidad para 2030:

- Optimización de recursos y reducción de impactos ambientales
- Dar respuesta al cambio climático
- 5. Mejora de la adaptación del cultivo al cambio climático

Pese a los esfuerzos realizados en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el cambio climático ya está afectando y afectará a la geografía española y a sus cultivos. En este sentido, cabe destacar que el tomate es particularmente sensible al estrés por calor, hecho que puede reducir de forma significativa su cultivo.

En este aspecto, el sector obtentor tiene la capacidad de crear variedades de tomate mejor adaptadas a las futuras condiciones climáticas (Ayenan et al.,2019; Benoit, 2019; TomGEM,

Aportación del sector obtentor a la cadena de valor del tomate

2016) de manera que el descenso en lluvias y la subida de temperaturas no afecte a su rendimiento. El sector ya está trabajando en este sentido, como se ha mencionado anteriormente, al tener un 56% de sus iniciativas el objetivo de compensar los efectos del cambio climático, incluyendo el desarrollo de nuevas variedades con una mayor adaptabilidad al aumento de temperaturas.

Este impacto da respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa:

- Dar respuesta al cambio climático
- Afrontar el crecimiento demográfico y la demanda de alimentos



Sobre la aportación de la mejora vegetal en tomate en la distribución y el consumo

El sector obtentor ha venido desarrollando desde hace años diferentes iniciativas para dar respuesta a las demandas de los consumidores.

1. Contención de los precios del tomate

En un contexto de aumento de precios del tomate propiciado por el aumento de las exportaciones en los últimos 20 años, el incremento de rendimiento conseguido en el cultivo del tomate gracias a la mejora varietal ha contribuido a aumentar su consumo en hogares y a **contener el aumento del precio del tomate en fresco**. Las posibilidades y el potencial de exportación del cultivo es una de las palancas que incentiva la innovación en este cultivo

2. Alargamiento de la vida postcosecha del tomate

El tomate es una hortaliza perecedera, con una vida postcosecha corta. La mayoría de las variedades de tomate tradicionales tienen una vida útil muy limitada (de 5 a 9 días) cuando el fruto se cosecha maduro. No obstante, la mejora vegetal desarrollada en los últimos años ha permitido obtener variedades de larga vida que han afectado al proceso de maduración y permitido alargar la postcosecha desde los 15 hasta los 30 días. Al mismo el alargamiento de la vida postcosecha del tomate contribuye a disminuir el desperdicio alimentario.

3. Aumento de la diversidad genética del tomate

La mejora genética también ha permitido aumentar la diversidad genética de los tomates, que se ha multiplicado por ocho en las últimas siete décadas. En este sentido, en el ámbito español la gran diversidad de tomates ofertada ha permitido abrir mercados nicho, satisfaciendo la demanda de consumidores concretos.

4. Mejora de las propiedades organolépticas y sensoriales del tomate

A partir de los años 90, los principales objetivos de los **programas de mejora de tomate han sido** la mejora de la calidad organoléptica o sensorial para satisfacer las expectativas del consumidor. Los avances en ciencia, que permiten conocer en más profundidad la genética del tomate están permitiendo desarrollar variedades con mejor sabor.

5. Mejora de la calidad nutricional del tomate

A su vez, la mejora genética también se ha centrado desde la década de los 90 en la **mejora de la calidad nutricional del tomate**, para satisfacer las expectativas de los consumidores y brindar productos más saludables. Los avances en ciencia están permitiendo **desarrollar variedades con mayor contenido en antioxidantes**, y se está trabajando para que este tipo de mejoras no vayan en detrimento del rendimiento del tomate.

6. Garantizar la seguridad alimentaria

Por último, cabe destacar que el uso de semillas de tomate de alta calidad derivadas del sector obtentor, así como la producción de plantones e injertos a partir de estas semillas por parte de las empresas semilleras, son clave para asegurar la calidad y seguridad alimentaria, evitando la introducción de patógenos en la cadena de valor y contribuyendo a la trazabilidad del producto final desde el inicio de la cadena.

Todos estos impactos y aportaciones de la actividad obtentora dan respuesta a los siguientes retos de la estrategia europea de la granja a la mesa:

- Incrementa la competitividad el sector agrario
- Afrontar el crecimiento demográfico y la demanda de alimentos
- Mejorar la calidad nutricional en un contexto de crecimiento demográfico
- Seguridad alimentaria
- > Aumento de los atributos sensoriales de calidad: aspecto, textura y sabor
- Contención de precios
- Adaptación a las necesidades de los consumidores

En definitiva, la mejora vegetal y el sector obtentor en el tomate son piezas clave para:

- Mantener e incrementar la actividad económica y el empleo en las zonas rurales en el contexto actual de pérdida de población de las mismas.
- Adaptar los cultivos a las futuras condiciones climáticas e intensificar la agricultura de forma sostenible. Las innovaciones tecnológicas en manejo de cultivo y la mejora en las variedades vegetales van de la mano para conseguir los objetivos marcados por la Comisión Europea para la agricultura.
- Contribuir a la mejora de la calidad organoléptica o sensorial y la calidad nutricional para satisfacer las expectativas del consumidor.
- Satisfacer las demandas de los consumidores y del mercado internacional en cuanto a diversidad de producto y a la trazabilidad del producto.
- Alargar la vida postcosecha del tomate.

7. Referencias

- Adalid A. M., Roselló S., Nuez F., (2010). Evaluation and selection of tomato accessions (Solanum section Lycopersicon) for content of lycopene, β-carotene and ascorbic acid. Journal of Food Composition and Analysis. Volume 23, Issue 6,Pages 613-618.
- Andersen, S.B., et al. (2015). An análisis of the potential for breeding bettere plant varieties. Copenhaguen: FVM
- Ansede, M. (2017). Los tomates ya no saben a tomate, pero tiene solución. Revista El País. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2017/01/26/ciencia/1485452921_120896.html
- Araus, J.L., et al. (1998). Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. Critical Reviews in Plant Science, 27, 377-412.
- Ayenan, M. A. T., Danquah, A., Hanson, P., Ampomah-Dwamena, C., Sodedji, F. A. K., Asante, I. K., y Danquah, E. Y. (2019). Accelerating Breeding for Heat Tolerance in Tomato (Solanum lycopersicum L.): An Integrated Approach. Agronomy, 9(11), 720.
- Benoit, M., Drost, H.-G., Catoni, M., Gouil, Q., Lopez-Gomollon, S., Baulcombe, D., y Paszkowski, J. (2019). Environmental and epigenetic regulation of Rider retrotransposons in tomato. *PLOS Genetics*, *15*(9). https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008370
- Bergougnoux, V. (2014). The history of tomato: From domestication to biopharming. Biotechnology Advances, 32(1), 170-189.
- Björnstadt, A. (2014). Impact on Nordic plant production from the use of genetic resources in plant breeding past, present and future. NMBU.
- Bota, J., Conesa, M., Ochogavía, J.M., Medrano, H., Francis, D., y Cifre, J. (2014).

 Characterization of a landrace collection for Tomàtiga de Ramellet (Solanum lycopersicum L.) from the Balearic Islands. Genetic Resources and Crop Evolution, 61, 1131-1146.
- Carbonell-Barrachina, A. A., Agustí, A., y Ruiz, J. J. (2005). Analysis of flavor volatile compounds by dynamic headspace in traditional and hybrid cultivars of Spanish tomatoes. *European Food Research and Technology*, 222(5-6), 536–542. https://doi.org/10.1007/s00217-005-0131-x
- Cajamar Caja Rural (Varios años). Análisis de la campaña hortofrutícola. Almería: Cajamar Caja Rural.
- Campos Serrano, J.F., (2015). La Caracterización Funcional de un Mutante de Inserción de Tomate (Solanum Lycopersicum) Identifica un Factor de Transcripción MYB Implicado en el Cierre Estomático y Transporte de Na+ en Condiciones Salinas (Tesis doctoral, Universidad de Murcia, 2015). Murcia: Universidad de Murcia.
- Cause, M., Damidaux, R., y Rouselle, P. (2006). Traditional and enhanced breeding for quality traits in tomato. In M. K. Razdan y A. K. Matto (Authors), Genetic improvement of solanaceous crops (Vol. 2, pp. 153-180). Boca Raton, FL: Taylor Francis Group.

- Cause, M., Friguet, C., Coiret, C., LéPicier, M., Navez, B., Lee, M., et al. (2010). Consumer preferences for fresh tomato at the European scale: a common segmentation on taste and firmness. J. Food Sci. 75, S531–S541.
- Cebolla-Cornejo, J., Roselló, S., Valcárcel, M., Serrano, E., Beltrán, J., y Nuez, F. (2011). Evaluation of genotype and environment effects on taste and aroma flavor components of Spanish fresh tomato varieties. Journal of agricultural and food chemistry, 59(6), 2440–2450.
- Cebolla-Cornejo J., Roselló S., Nuez F. (2013) Selection of Tomato Rich in Nutritional Terpenes. In: Ramawat K., Mérillon JM. (eds) Natural Products. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi-org.are.uab.cat/10.1007/978-3-642-22144-6 127
- Cheema D. S. y Dhaliwal M. S. (2005). Hybrid Tomato Breeding, Journal of New Seeds, 6:2-3, 1-14
- Cortés Olmos, C. (2014). Puesta en valor de variedades tradicionales de tomate. Memoria Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València
- CPVO (2021). Variety Database. France: Community Plant Variety Office of the European Union.
- Datacomex (2020). Estadísticas del comercio exterior. Madrid: Secretaría de Estado de Comercio.
- Dorais, M., Ehret, D.L. y Papadopoulos, A.P (2008). Tomato (Solanum lycopersicum) health components: from the seed to the consumer. Phytochem Rev 7, 231.
- Duvick, D.N., Cassman, K.G. (1999). Post green revolution trends in yield potential of temperate maize in north-central USA. Crop Sciences, 39, 1622-1630.
- Eurostat. (Varios años). Cuentas Económicas de la Agricultura (AACT_EAA01). Bruselas: Eurostat.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2021). FAOSTAT statistical database. Roma: FAO
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2009): High level expert fórum: How to feed the world in 2040. Roma: FAO.
- FEPEX (2020). Exportación/importación españolas de frutas y hortalizas. Madrid: Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas Vivas.
- Ferrero, V., et al. (2020). Complex patterns in tolerance and resistance to pests and diseases underpin the domestication of tomato. New Phytologist, 226(1), 254-266.
- Fooland, M.R. (2007): Genome mapping and molecular breeding of tomato. International Journal of Plant Genomics 2007.
- Friedt, W., y Ordon, F. (1998): Von Menden zum Gentransfer. Bonn: Verlag Thomas Mann.
- Galiana Balaguer, J. (2017) Aprovechamiento de la diversidad en Solanum L. sección Lycopersicon para la mejora genética de la calidad organoléptica en tomate. (Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Valencia, 2017). Valencia: Universitat Politècnica de València.

- García-Martínez, S., Grau, A., Alonso, A., Carbonell, P., Salinas, J., Cabrera, J., y Ruiz, J. J. (2020). UMH1209 and UMH1155: New 'Moruno Pera' Tomato Breeding Lines Resistant to Virus, HortScience horts, 55(6), 959-960.
- Garrido, A. et al. (2012). Indicadores de sostenibilidad de la agricultura y ganadería españolas. Madrid: Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible. Ed. Fundación Cajamar.
- Gascuel, Q., Diretto, G., Monforte, A. J., Fortes, A. M., y Granell, A. (2017). Use of Natural Diversity and Biotechnology to Increase the Quality and Nutritional Content of Tomato and Grape. Frontiers in plant science, 8, 652.
- Gramazio, P., Pereira-Dias, L., Vilanova, S., Prohens, J., Soler, S., Esteras, J., Garmendia, A., y Díez, M. J. (2020). Morphoagronomic characterization and whole-genome resequencing of eight highly diverse wild and weedy S. pimpinellifolium and S. lycopersicum var. cerasiforme accessions used for the first interspecific tomato MAGIC population. Horticulture research, 7(1), 174.
- Huarte, E., Giner, C., y Gallar, Á. (2014). El gusto por la genética en un fruto de tomate. Acceso 7 de julio, 2020, desde https://umhsapiens.com/el-gusto-por-la-genetica-en-un-fruto-de-tomate/
- IFAPA (2017). Avance de recomendaciones de riego para cultivo de tomate en invernadero en la vega de almería (almería). ciclo otoño-invierno. Sevilla: instituto andaluz de investigación y formación agraria, pesquera, alimentaria y de la Producción Ecológica de la Junta de Andalucía.
- Junta de Andalucía (Varios años). Observatorio de Precios y Mercados. Sevilla: Junta de Andalucía.
- Keatinge J.D.H., Lin L.-J., Ebert A.W., Chen W.Y., Hughes J.d'A., Luther G.C., Wang J.-F. y Ravishankar M. (2014) Overcoming biotic and abiotic stresses in the Solanaceae through grafting: current status and future perspectives, Biological Agriculture y Horticulture, 30:4, 272-287.
- Leiva-Brondo, M.; Valcárcel Germes, M.; Martí Renau, R; Roselló Ripollés, Salvador; Cebolla Cornejo, J. (2016). New opportunities for developing tomato varieties with enhanced carotenoid content. Scientia Agricola, v. 73, n. 9, pp. 512-519
- MAPA (2019a). Panel de consumo alimentario. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- MAPA (2019b). Anuario de Estadística del MAPA. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- MAPA (2020). Estudios de costes y rentas de las explotaciones agrarias. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- MAPA (2021). Oficina Española de Variedades Vegetales. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- Maul, F., Sargent, S.A., Huber, D.J., Balaban, M.O., Luzuriaga, D.A., y Baldwin, E.A. (1997). Non-destructive quality screening of tomato fruit using "electronic nose" technology. Proc. Florida State Hort. Soc. 110, 188–194.

- McLaren, J.S. (2000). The importance of genomics to the future of crop production. Pest Management Science, 56, 573-579.
- Mercasa (Varios años). Alimentación en España. Producción, Indústria, Distribución y Consumo. Madrid: Mercasa.
- Monneveux P., Ortix, P. y Merah, O. (2013). Is crop breeding the first step to fill the yield gap? Understanding the impact and constraints of developing nre improved varieties. Secheresse, 24, 254-260.
- Nikola M., Kapaj I., Kapaj, A., Mulliri, J. y Harizaj, A. (2012): Measuring the effect of production factor son yield of greenhouse tomato production using multivariate models. European Scientific Journal 8, 93-104.
- Noleppa, S. (2016). The economic, social and environmental value of plant breeding in European Union. An ex post evaluation and ex ante assesment. Berlin: HFFA Research GmbH.
- Noleppa, S. y von Witzke, H. (2013). Die gesellschaftliche Bedeuting der Pflanzenzüchting in Deutschland: Einfluss auf soziale Wohlfahrt, Ernährungssicherung, Klima- und Ressourcenschutz. HFFA Working Paper 02/2013. Berling: HFFA Research GmbH.
- Observatorio de Precios de los Alimentos MARM (2009). Estudio de la cadena de valor y formación de precios del tomate. Madrid: Ministerio de Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Panthee, D. R., y Gardner, R. G. (2011). Genetic improvement of fresh market tomatoes for yield and fruit quality over 35 years in north carolina. International Journal of Vegetable Science, 17(3), 259-273.
- Peralta, I.E., y Spooner D.M. (2007). History, Origin and Early Cultivation of Tomato (Solanaceae). Genetic Improvement of Solanaceous Crops Volume 2: Tomato (1st ed.). CRC Press.
- Rao, A. V., y Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. Pharmacological research, 55(3), 207–216.
- Razifard, H., Ramos, A., Della Valle, A. L., Bodary, C., Goetz, E., Manser, E. J., Li, X., Zhang, L., Visa, S., Tieman, D., van der Knaap, E., y Caicedo, A. L. (2020). Genomic Evidence for Complex Domestication History of the Cultivated Tomato in Latin America. Molecular biology and evolution, 37(4), 1118–1132.
- Reilly, J.M., Fuglie, K.o. (1998) Future yield growth in field cropts: what evidence exists? .Soil & Tillage Research 47 (1998) 275±290
- Rodríguez-Burruezo, S., Prohens, J., Roselló, J., y Nuez, F. (2005). "Heirloom" varieties as sources of variation for the improvement of fruit quality in greenhouse-grown tomatoes. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(4), 453–460.
- Roselló, S., Adalid, A. M., Cebolla-Cornejo, J., y Nuez, F. (2011). Evaluation of the genotype, environment and their interaction on carotenoid and ascorbic acid accumulation in tomato germplasm. Journal of the science of food and agriculture, 91(6), 1014–1021.

- Ruiz Rubio, C. (2016). Genética de la fisiopatía de la mancha solar del fruto de tomate (Tesis doctoral, Universidad de Málaga, 2016). Málaga: Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea "La Mayora" (IHSM UMA-CSIC).
- RuralCat (2018). Dossier Tècnic Núm.94. El tomàquet de Penjar. Barcelona: Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries.
- Schouten, H. J., et al. (2019). Breeding has increased the diversity of cultivated tomato in the Netherlands. Frontiers in Plant Science, 10.
- Schwarz, D., Rouphael, Y., Colla, G., y Venema, J. H. (2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. Scientia Horticulturae, 127(2), 162–171.
- Scott, J.W. (2002). A Breeder's Perspective on the Use of Molecular Techniques for Improving Fruit Quality, HortScience HortSci, 37(3), 464-467.
- Scott R. K. y Jaggard, K. W. (2000). Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugarbeet grown in the UK since 1970. The Journal of Agricultural Science, 134(4), 341–352.
- Seo, E., Kim, S., Yeom, S., y Choi, D. (2016). Genome-wide comparative analyses reveal the dynamic evolution of nucleotide-binding leucine-rich repeat gene family among solanaceae plants. Frontiers in Plant Science, 7.
- Singh, H., Kumar, P., Kumar, A., Kyriacou, M., Colla, G., y Rouphael, Y. (2020). Grafting Tomato as a Tool to Improve Salt Tolerance. Agronomy, 10(2), 263.
- Soyk, S., et al. (2017). Bypassing negative epistasis on yield in tomato imposed by a domestication gene. Cell, 169(6).
- Tieman, D., Zhu, G., Resende, M. F., Jr, Lin, T., Nguyen, C., Bies, D., Rambla, J. L., Beltran, K. S., Taylor, M., Zhang, B., Ikeda, H., Liu, Z., Fisher, J., Zemach, I., Monforte, A., Zamir, D., Granell, A., Kirst, M., Huang, S., y Klee, H. (2017). A chemical genetic roadmap to improved tomato flavor. Science (New York, N.Y.), 355(6323), 391–394.
- TomGEM (2016). Improving tomate yield and quality in the face of climate change. Research group. Recuperado de: https://tomgem.eu/
- Torrellas, M., Antón, A., López, J. C., Baeza, E. J., Parra, J. P., Muñoz, P., y Montero, J. I. (2012). LCA of a tomato crop in a multi-tunnel greenhouse in almeria. International Journal of Life Cycle Assessment, 17(7), 863-875.
- Van Der Ploeg, A., Van Der Meer, M., y Heuvelink, E. (2007). Breeding for a more energy efficient greenhouse tomato: Past and future perspectives. Euphytica, 158(1-2), 129-138.
- Van Poppel, G., y Goldbohm, R. A. (1995). Epidemiologic evidence for beta-carotene and cancer prevention. The American journal of clinical nutrition, 62(6 Suppl), 13935–1402S.
- Venema, J. H., Elzenga, J. T. M., y Bouwmeester, H. J. (2011). Selection and Breeding of Robust Rootstocks as a tool to improve nutrient-use efficiency and abiòtic stress tolerance in tomato. *Acta Horticulturae*, (915), 109–115.

Wang, R., Lammers, M., Tikunov, Y., Bovy, A. G., Angenent, G. C., yde Maagd, R. A. (2020). The rin, nor and Cnr spontaneous mutations inhibit tomato fruit ripening in additive and epistatic manners. Plant science: an international journal of experimental plant biology, 294, 110436.

Weaver Robert D., Evans David J. y Luloff A. E., (1992). Pesticide use in tomato production: Consumer concerns and willingness-to-pay. Agribusiness, John Wiley y Sons, Ltd., vol. 8(2), pages 131-142.

ANEXOS

Anexo 1 – Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España

1. El sector obtentor en España

El comienzo de la cadena alimentaria y de otras cadenas de consumo, es la semilla. Tradicionalmente se tiende a olvidar y se empieza a hablar de la planta y del producto obtenido, pero antes se encuentra una etapa imprescindible que se encarga de la semilla, el único insumo imprescindible para el sostenimiento de la cadena de consumo tal como la entendemos, segura y diversa.

La semilla tiene una importancia todavía no suficientemente valorada, no solo para el agricultor, sino de manera mucho más especial para el consumidor y para la sociedad en general

La obtención o mejora vegetal es una actividad altamente tecnológica y de enorme trascendencia económica, basada en la investigación y desarrollo de nuevas variedades de plantas. Dan respuesta a las demandas de los consumidores finales contribuyendo a la sostenibilidad económica, medioambiental y social de toda la cadena alimentaria y de los cultivos de uso industrial.

Entre la década de los sesenta y el año 2000, los incrementos de productividad han sido espectaculares en todos los cultivos. Esto ha supuesto que, por ejemplo, en el caso del maíz, el aumento de la productividad haya aumentado en este periodo más del 400% y otros cultivos como el tomate, haya alcanzado un incremento de la productividad de más del 250%.

ANOVE, la asociación que representa a las empresas obtentoras

ANOVE, Asociación Nacional de Obtentores Vegetales, es una entidad que agrupa la industria de las semillas y el material vegetal de reproducción en España, es decir, la producción y mejora de variedades agrícolas para contribuir a resolver los retos de la agricultura y el futuro alimentario de nuestro país, Europa y el mundo. También es un instrumento de colaboración con las administraciones competentes y con las organizaciones representativas de los diferentes sectores de la producción agraria.

En este contexto, el papel de la industria de semillas y plantas, los mejoradores vegetales y su capacidad para investigar e innovar, va a ser esencial para el futuro agrario europeo y para el alimentario e industrial, a nivel mundial.

Las empresas asociadas desempeñan un papel fundamental en el sector agrario, como investigadores y proveedores de una tecnología esencial para el desarrollo agrícola: las nuevas variedades.

En el sector alimentario, la semilla y, por tanto, las empresas dedicadas a su obtención son el origen de la cadena alimentaria. Por ello son un elemento clave para la obtención de alimentos y aportan un importante valor añadido a toda la cadena. Su labor ha permitido que la oferta de productos agroalimentarios haya mejorado tanto en calidad como en versatilidad en los últimos años permitiendo aumentar la oferta a los consumidores.

2. Caracterización de las empresas del sector obtentor

Las empresas del sector obtentor que representa Anove son un total de 59 entidades, de las que 56 son empresas privadas y 3 centros públicos de investigación. La asociación se organiza en Secciones por cultivos (Hortícolas y Ornamentales; Cereales y Proteaginosas; Maíz, Oleaginosas y Cultivos Industriales; Árboles Frutales y Frutos Rojos), así como en Comités y Grupos temáticos.

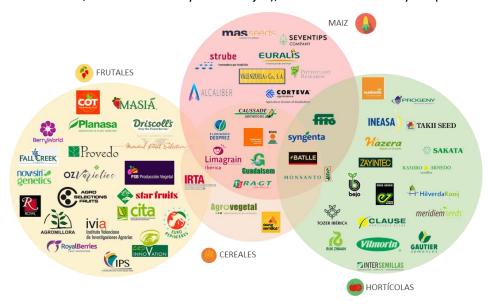


Figura 1. Empresas asociadas a ANOVE clasificadas según secciones por cultivos

Facturación del sector

Las compañías asociadas a ANOVE son muy diversas. Existen empresas especializadas en uno o más tipos de cultivos y existen de una gran variedad de tamaños. Más de la mitad de las empresas asociadas tienen una facturación menor a los 5 millones de euros anuales. Mientras que 5 empresas superan los 40 millones de euros anuales, lo que representa el 8% de las empresas asociadas.

Porcentaje de empresas según nivel de facturación

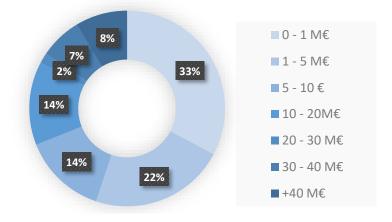
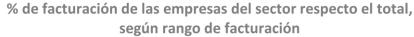


Figura 2. Empresas asociadas a ANOVE clasificadas según el nivel de facturación

La facturación total de las empresas del sector obtentor en el negocio de las semillas y plantas en España en 2019 fue de **733 millones de euros**

Esta cifra representa el 3% del total de la producción vegetal en el sector agrario en España en 2019

De los 733 millones de euros generados por las empresas del sector obtentor, el 43% corresponde a la facturación de las 5 compañías con una facturación superior a los 40M€



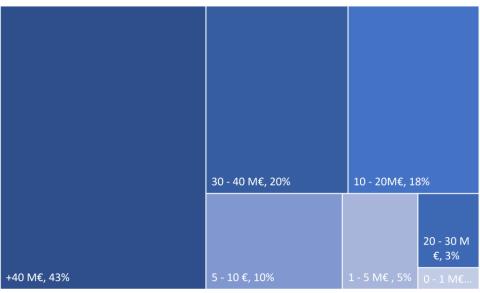


Figura 3. % de facturación de las empresas del sector obtentor respecto el total, según rango de facturación en España en 2019. Por ejemplo, la suma de la facturación de las empresas con un rango de facturación superior a los 40M€, representa un 43% de la facturación total de todas las empresas del sector

El tamaño y grado de facturación de las empresas del sector obtentor está correlacionado con el tipo de cultivo de especialización. En general, las empresas de la sección de los frutales son empresas pequeñas con volúmenes de facturación inferiores que el resto de las secciones. Las empresas de las secciones del cereal y del maíz de media tienen volúmenes de facturación más elevados que los anteriores, siendo las de la sección del tomate las que concentran empresas con volúmenes de facturación más elevados.

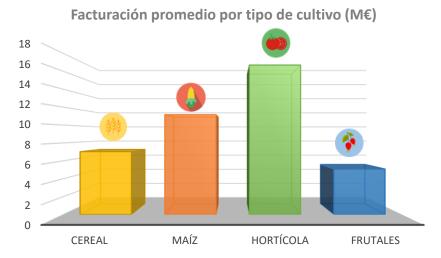


Figura 4. Facturación promedio de las empresas del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

APUNTE METODOLÓGICO

Una misma empresa puede estar especializada en más de una sección de cultivo (por ejemplo, en cereal y maíz). En estos casos se ha divido la facturación de esta empresa por el número de secciones en la que está especializada. Por ejemplo, si una misma empresa está especializada en las secciones de cereal y maíz y tiene una facturación de 10M€, se han contabilizado 5M€ en cereal y 5M€ en maíz.

Se ha realizado esta misma aproximación para el resto de los indicadores: trabajadores, trabajadores en I+D+i e inversión en I+D+i

Trabajadores del sector

Más allá de la cifra de negocio generada por las empresas del sector obtentor, la obtención vegetal también tiene una gran trascendencia en el desarrollo agrario en términos de ocupación. La generación de puestos de trabajo tiene un impacto social y económico en España, más aún si se tiene en cuenta que donde se ha generado ocupación mayoritariamente es en las zonas rurales de España.

Promedio de trabajadores por empresa según rango de facturaciónr

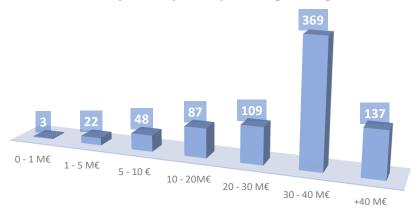


Figura 5. Número promedio de trabajadores por empresa según el rango de facturación.

El número de trabajadores de las empresas del sector obtentor en 2019 fue superior a los 3.600 puestos de trabajo.

Las empresas con un rango de facturación superior a los 20 millones de euros que representan el 17%, generan más de 100 puestos de trabajo directos cada una.

Las empresas del sector obtentor de la sección del cultivo de hortícolas son las más intensivas en necesidad de mano obra. Sin embargo, también es la sección donde se concentran un mayor número de empresas de gran tamaño, con una facturación más elevada.

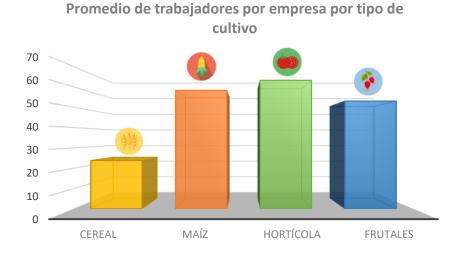


Figura 6. Promedio de trabajadores por empresa del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

3. Inversión en I+D+i de las empresas del sector obtentor

Inversión en I+D+i

La investigación y la innovación del sector obtentor es imprescindible para el sector agrario, ya que ha permitido adaptar variedades a territorios donde antes no se cultivaban, ha mejorado la tolerancia a las condiciones climáticas extremas, ha aumentado la protección contra plagas y enfermedades y ha multiplicado el rendimiento de las explotaciones reduciendo los costes. De hecho, gracias a la innovación realizada en obtención vegetal, la producción mundial de alimentos no deja de aumentar, lo cual deriva en unos precios más estables de las cosechas y en beneficios directos para agricultores y productores.

La inversión en iniciativas de I+D+i para la mejora vegetal de las empresas del sector obtentor durante el año 2019 fue de 105 millones de euros.

Esta inversión representa una

intensidad en I+D+i del sector obtentor del 14%

lo que significa que de media las empresas del sector obtentor invierten el 14% de la facturación en actividades de I+D+i.

Esta cifra es más elevada que los sectores que registran Mayores por-

centajes de intensidad en I+D+i en la economía española como el sector farmacéutico, el aeroespacial o el sector de productos informáticos, electrónicos y ópticos

En general las empresas que dedican un mayor porcentaje de su facturación a la inversión en iniciativas de I+D+i son las que tienen una mayor facturación, llegando al 20% de media en el caso de las empresas con una facturación entre 30 y 40M€.

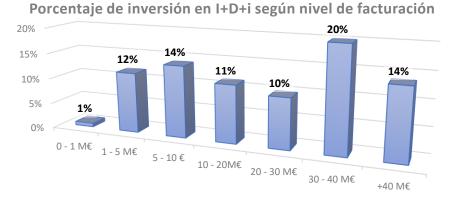


Figura 7. Porcentaje promedio de inversión en iniciativas de I+D+i de las empresas del sector obtentor según el rango de facturación⁸

⁸ Para graficar el dato del % de inversión en I+D+i respecto la facturación, no se ha tenido en cuenta la inversión en I+D+i de los centros de investigación (IRTA, IVIA y Phytoplant Research) dado que al estar en rangos de facturación inferiores a 1M€, el porcentaje de inversión de este rango que se mostraría en el gráfico estaría sobredimensionado

De nuevo, la sección de cultivo con un mayor porcentaje promedio de inversión en iniciativas de I+D+i respecto a su facturación, es el de las empresas hortícolas, con una media del 18%. En el resto de las secciones el promedio de inversión se sitúa entre el 10 y el 12%.

% promedio de inversión en I+D+i respecto facturación por tipo de cultivo

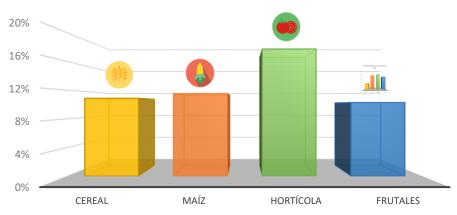


Figura 8. Porcentaje promedio de inversión en iniciativas de I+D+i de las empresas del sector obtentor según sección de cultivo

Trabajadores en I+D+i

La singularidad del sector obtentor es que casi la totalidad de las empresas que operan en él, desarrollan actividades de I+D+i. Se trata de uno de los sectores económicos que más apuesta por la investigación y con más porcentaje de trabajadores dedicados a la I+D+i.

Promedio de trabajadores en I+D+I por empresa según rango de facturaciónr

114

0-1 M€
1-5 M€
5-10 €
10-20M€
20-30 M€
30-40 M€
+40 M€

Figura 9. Número promedio de trabajadores en I+D+i por empresa según el rango de facturación.

El número de trabajadores en I+D+i de las empresas del sector obtentor en 2019 fue superior a los **1.100 puestos de trabajo**.

Esta cifra sitúa al sector obtentor como uno de los sectores líder en proporción de los empleados de la plantilla que se dedica a actividades de I+D+i, con un porcentaje que

30%

representa el 30% de los profesionales dedicados a actividades de I+D+i

Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España

Las empresas con un rango de facturación superior a los 20 millones de euros que representan el 17%, generan un total de 750 puestos de trabajo directos dedicados a la investigación y el desarrollo

La sección de cultivo que genera más puestos de trabajo en sus departamentos de I+D+i es el de las empresas hortícolas, con una media de 31 trabajadores en I+D+i por empresa, seguidos por las del maíz, el cereal y frutales, con un promedio de 17, 8 y 5 trabajadores en I+D+i respectivamente.

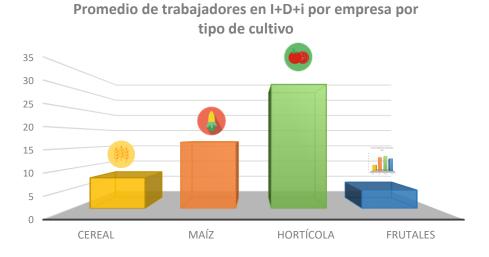


Figura 10. Promedio de trabajadores en I+D+i por empresa del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

4. Impacto del sector obtentor

La facturación de las empresas del sector obtentor ha supuesto, a su vez, una aportación al conjunto de la economía española en forma de Valor Añadido Bruto (VAB, en adelante). El VAB es la macromagnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de empresas de un área económica, recogiendo en definitiva los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo. La aportación del sector obtentor se ha cuantificado en base a esta metodología, desagregando los impactos directos, indirectos e inducidos que se derivan de esta actividad:

- Impacto directo: corresponde a la generación de ocupación e ingresos de forma directa por la actividad.
- Impacto indirecto: corresponde a la generación de ingresos y ocupación producida en las empresas relacionadas con las actividades generadoras de efectos directos (básicamente a través de la provisión de bienes y servicios).
- Impacto inducido: valor económico y puestos de trabajo generados como consecuencia del gasto y el consumo de los empleados de las actividades directa e indirectamente relacionadas con el sector evaluado.

La actividad obtentora ha permitido generar un VAB total en el conjunto de la economía española durante el año 2019 de **985 millones de euros**, de los cuales 458 se han generado de forma directa por el sector, 277 de forma indirecta y 249 de forma inducida

Generación de VAB del sector obtentor en España (M€)

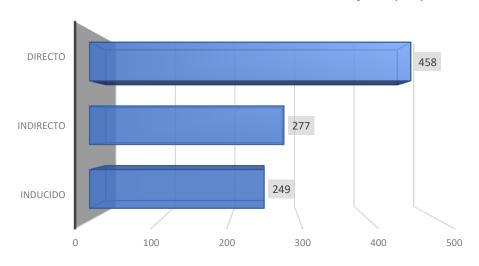


Figura 11. Generación de VAB directo, indirecto e inducido del sector obtentor en España en 2019.9

⁹ El VAB y la generación de puestos de trabajo del sector obtentor se calculan con la información de base publicada en el marco input-output de España (INE).

Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España

Más allá del impacto económico generado, la obtención vegetal también tiene una gran trascendencia en el desarrollo agrario en términos de ocupación. La generación de valor añadido bruto asociada a la actividad del sector obtentor ha hecho posible, a su vez, la generación de puestos de trabajo adicionales, también de forma directa, indirecta e inducida.

La actividad obtentora ha permitido generar en el conjunto de la economía española un total de **15.854 puestos de trabajo** durante el año 2019, de los cuales 4.058 se han generado de forma directa por el sector, 5.371 de forma indirecta y 6.424 de forma inducida

Generación de puestos de trabajo del sector obtentor en España

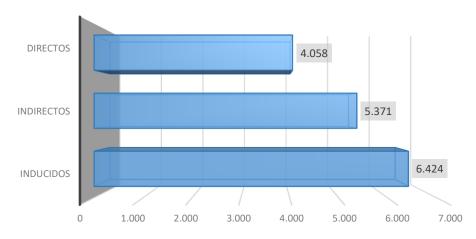


Figura 12. Generación de puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos del sector obtentor en España en 2019.

Anexo: Detalle de las principales magnitudes

		NO do om	Factura	ción (M€)	Traba	Trabajadores Inversión en I+D+i (€)			Trabajado	Trabajadores en I+D+i	
		Nº de em- presas	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio	% respecto facturación	Total	Promedio
ë	0 - 1 M€	19	7	0,4	52	3	1.279.953	67.366	1% ^b	53	3
de factura- n	1 - 5 M€	13	39	3	283	22	4.580 .402	352.339	12%	70	5
e fa	5 - 10 €	8	71	9	388	48	9.828.344	1.228.543	14%	101	13
go d ción	10 - 20M€	8	133	17	698	87	14.873.104	1.859.138	11%	154	19
rango	20 - 30 M€	1	25	25	109	109	2.397.837	2.397.837	10%	21	21
Según	30 - 40 M€	4	144	36	1475	369	29.363.304	7.340.826	20%	456	114
Se	+40 M€	5	315	63	684	137	43.093.453	8.618.691	14%	268	54
ión	Cereal	13ª	91	7	309	24	9.923.416	763.340	11%	99	8
n sección cultivo	Maíz	15°	167	11	875	58	19.301.369	1.286.758	11%	248	17
	Hortícola	22 ^a	368	17	1.393	63	65.218.512	2.964.478	18%	680	31
Según de ci	Frutales	21 ^a	107	5	1.115	53	10.973.102	<mark>5</mark> 22.529	10%	96	5
Т	OTAL	58	733		3.689		105.416.398			1.123	

a. Las empresas con más de una sección de cultivo se han contabilizado tantas veces como el número de secciones en las que opera. En estos casos se han divido los indicadores de esta empresa por el número de secciones en la que está especializada. Por ejemplo, si una misma empresa está especializada en las secciones de cereal y maíz y tiene una facturación de 10M€, se han contabilizado 5M€ en cereal y 5M€ en maíz.

b. Para el cálculo del porcentaje de la I+D+i respecto de la <mark>facturación</mark> no se ha tenido en <mark>cuenta los valores del IRTA</mark>, IVIA y Phytoplant Research dado que al estar en rangos de facturación inferiores a 1M€, el porcentaje de inversión de este rango estaría sobredimensionado.

Generació	ón de Valor Añac	dido Bruto del se	ector (M€)	Generación de puestos de trabajo del sector				
Directo	Directo Inducido		TOTAL	Directo	Indirecto	Inducido	TOTAL	
458	277	249	985	4.058	5.371	6.424	15.854	

Anexo 2 – Cuestionario referente a la I+D+i de las compañías obtentoras en el cultivo del tomate

Con el objetivo de disponer de información relevante y contrastada sobre el valor social, económico y ambiental de la inversión en mejora vegetal del sector obtentor, durante el transcurso del proyecto se ha enviado el siguiente cuestionario a las empresas obtentoras del cultivo del tomate.

En este cuestionario se identifican y se cuantifican las inversiones en iniciativas de I+D+i realizadas en Iberia por el sector obtentor y los impactos de estas iniciativas en los diversos eslabones de la cadena de valor. El cuestionario se estructura en 4 bloques.

- 1. Información general
- 2. Información relativa al esfuerzo en I+D+i
- 3. Información de las iniciativas en I+D+i realizadas en los últimos 3 años
- 4. Información de iniciativas en innovación social y RSC en los últimos 3 años

Algunas de las preguntas están extraídas de la "Encuesta sobre innovación en las Empresas" que las compañías rellenan anualmente para el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Los datos suministrados voluntariamente a través de este cuestionario han sido guardados en un fichero responsabilidad de INSTITUT CERDÀ con la estricta finalidad de realizar un estudio estadístico agregado del volumen de inversión del sector y de su impacto en la cadena de valor y el entorno. Los datos recabados han sido tratados con absoluta confidencialidad, no siendo accesibles a terceros para finalidades distintas para las que han sido autorizados, y se eliminarán una vez el estudio haya finalizado.

A continuación, se muestra el cuestionario con las preguntas rellenadas por las empresas obtentoras.

	1. INFORMACIÓN GENERAL							
El	objetivo de este primer bloque es capturar	r datos generales sobre la ac	ctividad de la compañía.					
1.1	Nombre de la empresa							
1.2	Persona que realiza el cuestionario							
1.3	Actividad económica principal de la empresa (CNAE)							
1.4	Subsector de especialización	Cereales y cultivos proteir Frutales Hortícolas Maíz, oleaginosas y culti						
	Indique el valor de las siguientes variables e	n los últimos 3 años (según o 2018/2019	calendario natural , fiscal 2017/2018					
1.5	Volumen de negocio anual de la compañía en España en facturación de semillas (M€)	2010/2019	2017/2018	2016/2017	M€			
1.6	Volumen de negocio anual de la compañía en facturación de semillas en el subsector del tomate en España (M€)				M€			
1.7	Nº de trabajadores y colaboradores equivalentes en obtención vegetal a tiempo completo (ETC) en España				ETC			
1.8	Nº de trabajadores y colaboradores equivalentes en obtención vegetal en tomate a tiempo completo (ETC) en				ETC			
1.9	¿Realiza su compañía producción/multiplicación de semillas de tomate en España?	○ Sí □ Desde su propia emp □ Se externaliza a otras ○ No						
l. 1 (Distribución geográfica del volumen de ventas (%)	Península ibérica Otros países de la UE y EF	TA		% %			
	ventas (/oj	Otros países no incluidos	anteriormente	100	%			
		Distribución geográfica del volu	umen de ventas (%) Península ibérica Otros países de la UE y Otros países no incluido anteriormente					

2. INFORMACIÓN RELATIVA AL ESFUERZO EN I+D+i anual en Iberia durante el ejercicio anterior

Este segundo bloque pretende obtener información sobre cuestiones relativas al **esfuerzo en I+D+i** realizado por la compañía en **Iberia** en el **SUBSECTOR DEL TOMATE durante el último ejercicio.**

		investigac	1011			
	¿Realiza su empresa actividades de	○Sí, m	ediante b	reeding propio		
	Investigación en el sector del	O NI=	_			
	tomate?	○ No				
	Se entiende por investigación aquellas					
	actividades cuyo objetivo es la adquisición de					
	nuevos conocimientos y una mayor comprensión en el ámbito científico y tecnológico, así cono la		П			
	creación de nuevos genotipos					
		– Desarrollo	,			
	¿Realiza su empresa actividades de	○ Sí				
2.1	Desarrollo en el sector del tomate?	○ No				
2.1	Se entiende por desarrollo las actividades que					
	aplican los resultados de la investigación para					
	testear las potenciales mejoras encontradas.		_			
	L					
	[Innovació	n			
	¿Realiza su empresa actividades de	○ Sí				
	Innovación en el sector del tomate?	○ No				
		J.1.5				
	Se entiende por innovación las actividades que aportan valor añadido, ligadas con el diseño y la					
	puesta en el mercado del producto final, con					
	servicios adicionales de asesoramento técnico, etc					
					,	
				DESAGREGADO	(opcional, si se dispo	one de los datos)
		то	TAL	Investigadores	Técnicos	Auxiliares
	Número de trabajadores emilialentes					
2.2	Número de trabajadores equivalentes					
(*)	a tiempo completo (ETC) en España					
	dedicado a actividades de I+D+i					
	interna en tomate (semillas y porta-					
	injertos)					

Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España

				DESAG	GREGADO	opcional,	si se dispo	ne de los	datos)		
		TOTA	AL (€)	Coste	laboral		gastos entes		le capital +D+i		
2.3 (*)	Gastos en actividades de I+D+i interna en tomate (semillas y porta-injertos), en € (sin IVA)				,		•				
2.4	Financiación de los gastos en I+D+i	Fondos a la propia	10 To 10 CO		os sin partida	Fonde	os con partida				
(*)	interna en tomate (semillas y porta- injertos)										
			Er	n España (€)		I	En el re	sto del mi	undo (€)	
2.5		Empresas de su mismo grupo	Otras empresas	Organismos de la Administración Pública	Universidades y otros centros de enseñanza	Instituciones privadas sin fines de lucro	Empresas de su mismo grupo	Otras empresas	Organismos de la Administración Pública	Universidades y otros centros de enseñanza	Instituciones privadas sin fines de lucro
	Compra de I+D externa en tomate (semillas y porta-injertos), en € (sin IVA)										
	Royalties pagados por especie y por	2018/	/2019	2017	/2018	2016,	/2017				
2.6	año en los 3 últimos años en tomate, en € (compra de variedades registradas)										
	Royalties recibidos por especie y por año en los 3 últimos años en tomate, en € (venta de variedades										
	registradas)	2018,	/2019	2017	/2018	2016	/2017				
2.7	Número de variedades registradas en tomate por año en los últimos 3 años en España									bilizar ariedades	
		2018,	/2019	2017	/2018	2016	/2017		registrad se ha red	as en que	
2.8	Número de variedades registradas en tomate por año en los últimos 3 años en otros paises de la UE y comercializadas en España								investigo desarroll de ello, e	o, o parte	

3. INFORMACIÓN DE LAS INICIATIVAS EN I+D+i en el subsector del tomate en los últimos 3 años

El tercer bloque busca profundizar en el **detalle de las iniciativas en el subsector del tomate** realizadas por la compañía en **Iberia** en los **últimos tres años** (registradas, en proceso de investigación o descartadas).

Número de iniciativas desarrolladas en el sector del tomate durante los últimos 3 años

)S 1

Debe rellenarse 1 ficha por cada iniciativa desarrollada durante los últimos 3 años

NICIATIVA 1		
instrument.		
Nombre de la iniciativa	- Anni-Anni-Anni-	
	Consumo en fresco	
subsector de especialización	Para la industria	
	☐ Porta-injertos	
Periodo de desarrollo		
ño inicio- Año fin (o año previsto fin si o finalizada)		
Objetivos de la iniciativa		
nversión realizada (€, total)		
	- Contract	
stado de la innovación	Prueba piloto 🔻	
untuar en una escala del 0 al	5 cada factor, puntuando con un 0 los factores sin impacto y con un 5 aque	llos factores con un
mpacto muy alto en este esla	abón de la cadena.	
	1. Mayores rendimientos	5
	2. Mayor resistencia a plagas y enfermedades	2
Impacto de la iniciativa	3. Disminución del uso de fertilizantes	3
producido en la fase de Producción	4. Compensación de los efectos del cambio climático	4
riodaccion	5. Disminución del uso de maquinaria para su producción	5
	Disminución de la estacionalidad	2
	7. Reducción de la mano de obra	2
200	Reduccion de la mano de obra Rejora el manejo del cultivo	
36	The state of the s	1
7//	9. Aumento de las exportaciones	2
	10. Incremento del margen del productor	1
	11. Otros (indicar)	
	12. Ninguno	
	13. Lo desconozco	
	1. Mejor adaptación a los procesos productivos	5
and the second	2. Mejora eficiencia y resultados industriales (reducción mermas, consumos)	2
Impacto de la iniciativa producido en la fase de	3.Mejora de parámetros técnicos que aporten valor al producto final	3
Transformación	4. Aumento de las exportaciones	5
Я	5. Otros (indicar)	
	6. Ninguno	
	7. Lo desconozco	
	1. Optimización del envasado	1
Impacto de la iniciativa	2. Optimización del almacenamiento (espacio, etc)	2
producido en la fase de	3. Mejora resistencia producto durante el transporte sin resentirse la calidad	4
Transporte/Logística	4. Otros (indicar)	
B	5.Ninguno	П
10-0	6. Lo desconozco	Г
	Mayor diversidad de producto	2
	Diferenciación respecto a otros productos	3
Impacto de la iniciativa	Mayor disponibilidad de variedades durante el año	1
producido en la fase de	Mejor disponibilidad de variedades darante er ano Mejor valoración por parte del cliente	4
Distribución	5. Otros (indicar)	4
ASSAS		_
	6. Ninguno	
	7. Lo desconozco	
	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto	2
Impactode la iniciativa	7. Lo desconozco	
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto	2 5
	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo	2 5
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura)	2 5 1
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas	2 5 1 3
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año	2 5 1 3
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año 4. Otros (indicar)	2 5 1 3
producido en la fase de	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año 4. Otros (indicar) 5. Ninguno	2 5 1 3 4
producido en la fase de Consumo (animal y humano)	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año 4. Otros (indicar) 5. Ninguno 6. Lo desconozco	2 5 1 3 4 4
producido en la fase de Consumo (animal y humano) Locales de la la la fase de Consumo (animal y humano)	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año 4. Otros (indicar) 5. Ninguno 6. Lo desconozco 1. Producción	2 5 1 1 3 4 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
producido en la fase de Consumo (animal y humano)	7. Lo desconozco 1. Mayor diversidad de producto 2. Mayor calidad y valor nutritivo 3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura) 4. Aumento de ventas 3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año 4. Otros (indicar) 5. Ninguno 6. Lo desconozco 1. Producción 2. Transformación	2

4. INFORMACIÓN DE INICIATIVAS EN INNOVACIÓN SOCIAL O RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA (RSC) en los últimos 3 años

El cuarto bloque busca completar el estudio, capturando aquellas iniciativas de innovación social que van más allá de la tecnología.

El sector obtentor es uno de los sectores económicos con un mayor conocimiento de la España rural. Es conocido que las organizaciones del sector llevan a cabo distintas iniciativas en el ámbito de la (RSC) y de la innovación social para favorecer y mejorar las condiciones de vida de los agricultores y evitar o tratar de contener la despoblación de estas zonas rurales.

En caso de que la organización haya desarrollado alguna iniciativa o campaña de sensibilización en el ámbito de la innovación social o RSC en los últimos tres años, se pide rellenar la siguiente tabla aportando una breve descripción de cada iniciativa y el importe destinado para su desarrollo.

Número de iniciativas	
desarrolladas durante los	
últimos 3 años	

Rellenar 1 ficha por cada iniciativa desarrollada durante los últimos 3 años

INICIATIVA 1	
Nombre de la iniciativa	
Breve descripción	
Presupuesto (€)	
Tipo de iniciativa	
Entidad que otorga el reconocimiento (en caso de externa)	
INICIATIVA 2	
Nombre de la iniciativa	
Breve descripción	
Presupuesto (€)	
Tipo de iniciativa	▼
Entidad que otorga el reconocimiento (en caso de externa)	



www.icerda.org





Numància 185 08034 Barcelona Tel 932802323

Diego de León, 30 28006 Madrid Tel 915 639 572

Antonio Bellet 143, oficina 511 Providencia, Santiago de Chile