

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



IMPACTOS EN LA CADENA DE VALOR AGROALIMENTARIA

2021

Elaboración y redacción: Fundació 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 cultivo del trigo blando 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 maíz, el tomate 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 trigo blando, y al mismo tiempo generar un consenso por parte de los agentes de la cadena de valor agroalimentaria del trigo blando, 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 trigo blando, Antonio Catón Vázquez, Alejandro Castilla Bonete, Ramón Sánchez Expósito, Jose M^a Fernández del Vallado, Felipe Ruano Fernandez Hontoria, David Manzanares Fernández y Julian Tío Barraca por la información aportada dentro y fuera de los Comités y a las empresas obtentoras del sector del cereal por la información aportada a través de cuestionarios y entrevistas en profundidad, en particular a Ignacio Solís, Luis Tolosa, Valentín López y Javier de Sebastian.

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 está 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

RESUMEN EJECUTIVO	11
1. Introducción.....	15
1.1. El trigo blando	15
1.2. El sector obtentor.....	19
1.3. Objetivo del estudio	23
2. Metodología	24
3. Mejoras introducidas por el sector obtentor	26
3.1. Evolución del cultivo y mejoras.....	26
3.2. Caracterización de la I+D+i del sector obtentor en el cultivo del trigo blando.....	30
4. Impactos ambientales, sociales y económicos en la fase de producción	40
4.1. Hipótesis de aportación del sector obtentor consideradas	40
4.2. Impactos ambientales	46
4.3. Impactos económicos.....	61
4.4. Impactos sociales	67
5. Impactos ambientales, sociales y económicos en la fase de transformación	70
5.1. Impactos ambientales	71
5.2. Impactos socioeconómicos	74
6. Impactos ambientales, sociales y económicos en la fase de distribución y consumo	86
6.1. Impactos ambientales	86
6.2. Impactos sociales	86
6.3. Impactos económicos.....	89
7. Principales conclusiones	90
8. Referencias.....	97
ANEXOS.....	99
Anexo 1 – Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España.....	101
Anexo 2 – Cuestionario referente a la I+D+i de las compañías obtentoras en el cultivo del cereal.....	113
Anexo 3 - La norma sobre calidad del trigo en España.....	119



Índice de Figuras

Figura 1. Principales datos macroeconómicos del trigo (FAO, 2016)	15
Figura 2. Diferentes usos para el trigo blando y el trigo duro	16
Figura 3. Superficie y producción del trigo blando en España (Anuario de Estadística del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).....	16
Figura 4. Distribución de la superficie y la producción de trigo blando en las tres comunidades autónomas con mayor presencia del cultivo (Anuario de estadística MAPA, 2019)	17
Figura 5. Evolución de la superficie y producción de trigo blando en España entre 1990 y 2018 (Anuario de estadística MAPA, 2019)	17
Figura 6. Importación de trigo blando en España y porcentaje de procedencia del país de origen (Data Comex, 2020)	17
Figura 7. Principales aportaciones de la semilla certificada	21
Figura 8. Porcentaje de semilla certificada usada en trigo blando en España en comparación con otros países europeos (ANOVE, 2020)	21
Figura 9. Esquema de la cadena de valor agroalimentaria des de la producción hasta el consumo	23
Figura 10. Principales tipologías de impactos analizadas en los diferentes eslabones de la cadena agroalimentaria en este documento	24
Figura 11. Este documento analiza los datos evolutivos y la relación con las innovaciones del sector obtentor	24
Figura 12. Entidades y miembros que han formado parte de los Comités de Expertos del trigo blando para la elaboración de este documento	25
Figura 13. Productividad y superficie cultivada de trigo blando en España entre los años 1965 y 2019(Anuario de estadística MAPA, 2020)	27
Figura 14. Altura y granos por espiga en variedades locales y mejoradas cultivadas de trigo blando en seco. Cálculos propios a partir de (Pérez, M, 2018) y (INTIA, 2018).....	27
Figura 15. Evolución de variedades de trigos blandos de diferentes épocas cultivados en las mismas condiciones de cultivo en España. Resultados de las actividades de experimentación 2017, 2018, 2019 del INTIA (INTIA, 2019).....	28
Figura 16.Principales cambios fenotípicos del trigo blando debidos a la mejora vegetal en el siglo XX.	28
Figura 17. Principales cambios en la calidad de la harina debidos a la mejora vegetal en el siglo XX (Sanchez-García, 2015).....	29
Figura 18. Evolución del registro de variedades de trigo blando en la UE (Community Plant Variety Office, 2021)	29
Figura 19. Distribución del volumen de negocio de las organizaciones del sector obtentor en el subsector del cereal en España en 2019. Fuente: Encuesta propia.....	30
Figura 20. Radiografía del sector obtentor en el subsector del cereal en España en 2019. Los puestos de trabajo corresponden al número de trabajadores equivalentes a tiempo completo. Fuente: Encuesta propia	31
Figura 21. Distribución geográfica de los centros de investigación y/o desarrollo de las compañías del sector obtentor que trabajan con el subsector del cereal.....	31
Figura 22. Evolución del registro de variedades de trigo blando en España (Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).	32

Figura 23. Nuevas variedades de trigo blando registradas por parte de las empresas del sector del cereal analizadas en este estudio, sobre las 41 registradas en total, durante los ejercicios 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019. Fuente: Encuesta propia.....	32
<i>Figura 24. 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 cereal durante el año 2019.....</i>	<i>33</i>
Figura 25. Principales eslabones de la cadena agroalimentaria considerados para determinar los principales impactos de las iniciativas en I+D+i.....	33
Figura 26. Puntuación total de las 16 iniciativas para cada eslabón de la cadena agroalimentaria (sobre 10)	34
Figura 27. Inversión interna, inversión externa y compra de I+D+i por parte de las empresas obtentoras del subsector del cereal en 2019. Fuente: Encuesta propia	37
Figura 28. Distribución de la financiación de la I+D+i interna de las empresas obtentoras españolas en el subsector del cereal en el año 2019. Fuente: Encuesta propia	38
Figura 29. Porcentajes de compra externa de I+D+i a otras organizaciones por parte de las empresas obtentoras del subsector del cereal en 2019. Fuente: Encuesta propia.....	38
Figura 30. Evolución de la compra anual de Royalties por parte del sector obtentor en el subsector del cereal entre los años 2017 y 2019. Fuente: Encuesta propia.....	39
Figura 31. Principales retos de la cadena agroalimentaria que afronta el sector obtentor en los impactos analizados en este documento.....	40
Figura 32. Elementos que influyen en el incremento de rendimiento	41
Figura 33. Este estudio ha optado por considerar que los inputs han permanecido constantes en los últimos años.....	41
Figura 34. Factores considerados ligados a la innovación	41
Figura 35. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad de los cultivos durante la segunda mitad del siglo XX según distintas fuentes consultadas.....	42
Figura 36. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del trigo blando durante la segunda mitad del siglo XX y en las últimas décadas según distintas fuentes consultadas	43
Figura 37. Ejemplo de hipótesis recogida en el documento.	44
Figura 38. Uso de fertilizantes en el cultivo de trigo blando. A y B. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Aragón, CyL, C-LM y Extremadura) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores). C y D. Cálculos propios a partir del Análisis de la economía de los sistemas de producción Navarra y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores).....	47
Figura 39. Uso de fitosanitarios en el cultivo de trigo blando. Fuente: A y B. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Aragón, CyL, C-LM y Extremadura) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores). C y D Análisis de la economía de los sistemas de producción Navarra y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores).	49
<i>Figura 40. Consumo de energía en la producción de trigo. Fuente: CIEMAT-IDAE, 2005</i>	<i>51</i>
Figura 41. Superficie dedicada al cultivo de trigo blando en España entre 1990 y 2018. Cálculos propios a partir de datos del anuario de estadística (MAPA).	60
Figura 42. Impactos en el eslabón de producción en el escenario conservador y el del promedio europeo en toneladas de trigo blando entre los años 1990 y 2018 y anual.....	61

Figura 43. Impactos en el eslabón de producción en los ingresos de los agricultores en el escenario conservador y el de promedio europeo entre los años 1990 y 2018 y anual	62
Figura 44. Valor Añadido Bruto durante el período 1990 y 2018 y anual generado por la actividad obtentora según escenario 1 y 2	65
Figura 44. Puestos de trabajo anuales promedio durante el periodo 1990-2018 generados por la actividad obtentora según escenario 1 y 2	67
Figura 45. Radiografía del sector de la transformación del trigo. Fuente: Análisis de la demanda de trigo blando de la industria harinera, (AFHSE, 2018).....	70
Figura 46. Consumo de energía promedio en los procesos de producción de la harina y participación relativa de cada parte de la cadena a la demanda total de energía (P. Valero, 2013)	72
Figura 47. Principales puntos de consumo energético en la 2ª transformación y evolución del consumo de energía de la industria panadera y pastelera (IDAE, 2006)	73
Figura 48. Evolución de la cantidad anual de harina de trigo blando producida entre 1993 y 2019 (INE Encuesta industrial anual de productos, 2020)	74
Figura 50. Evolución del consumo interno y de las exportaciones de harina de trigo entre 1996 y 2019 (INE 2020)	75
Figura 51. Evolución del valor de la producción de harina de trigo blando entre 1993 y 2019 (INE Encuesta industrial anual de productos, 2020)	78
Figura 52. Principales factores que afectan la calidad del trigo blando en la producción.....	80
Figura 53. Factores que afectan la decisión de compra del trigo por parte de la industria transformadora	81
Figura 54. Subsectores que atiende la industria de la harina (AFHSE)	83
Figura 56. Cantidad anual de pan producido y valor de la producción por tonelada de pan producida (Anuario de Estadística del MAPA, 2020)	84
Figura 57. Radiografía del sector de producción y comercialización de la panadería. Fuente: INE, 2018	86
Figura 58. Resultados de la investigación con una nueva variedad de trigo apta para el segmento de población celíaca (Barro, F., 2014).....	87



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 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 trigo blando, por su trascendencia en la alimentación humana y por su importancia histórica y económica.

El trigo es, junto al maíz y el arroz, uno de los cereales más consumidos en el mundo. Distintos organismos lo consideran un alimento básico en la dieta de más de un tercio de la población mundial, al aportar más proteínas que la suma de las carnes de ave, porcino y bovino. **En 2019 el trigo fue el cereal de mayor superficie cultivada en el mundo, y el segundo por detrás del maíz en cuanto a producción mundial.** España, no obstante, es un país importador de este cereal. Su producción nacional no llega a cubrir las necesidades internas, obligando a los operadores españoles a acudir a los mercados internacionales para suplir el déficit productivo. La FAO espera un aumento del 60% de la producción para 2050, para poder alimentar una población mundial estimada de 9.600M de personas. **En el actual contexto de emergencia climática, la apuesta por la investigación en mejora vegetal deviene imprescindible.**

A continuación, se destacan los principales impactos de la obtención vegetal en los principales eslabones de la cadena alimentaria (producción, transformación 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, comités técnicos de expertos) 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 trigo blando se explicaría **entre por lo menos en un 50% por la actividad obtentora en el escenario conservador** (Escenario 1). Esta contribución podría ser, asimismo mucho más elevada, dado que las evidencias existentes en

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

otros países europeos cifran **la aportación de la mejora vegetal al incremento de los rendimientos de los últimos años en un 75%** en el escenario promedio europeo (Escenario 2).

El estudio analiza los impactos del sector obtentor en toda la cadena de valor agroalimentaria: producción, transformación, distribución y consumo, según el **Escenario conservador** (Escenario 1) y el **Escenario promedio europeo** (Escenario 2) 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 DEL TRIGO BLANDO EN LA PRODUCCIÓN

El **impacto más directo y estudiado de la mejora vegetal en trigo blando 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:

1 PRODUCTIVIDAD



Incrementos de productividad del 220% en los últimos 50 años, y del 37% 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 y en un 75% en el escenario promedio europeo

2 PRODUCCIÓN



Producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 entre 14,7 - 22 millones de toneladas²

Supone entre un 11,5% - 17,2% de la producción en este periodo.

La aportación promedio anual sería de entre 523.776 – 785.664 toneladas de trigo adicionales gracias a la mejora vegetal.

3 INGRESOS



Ingresos adicionales para el campo entre 1990 y 2018 entre 2.618 – 3.926 millones de euros

Supone entre un 11,3% - 17% de sus ingresos en este periodo, y una aportación promedio anual de 93,5 – 140,2 millones de euros, siendo más elevada en los últimos años del periodo.

4 PUESTOS DE TRABAJO



3.431 – 5.146 puestos de trabajo anuales equivalentes en España durante el 1990-2018

Entre 861 – 1.291 creados de manera directa, 1.704 – 2.556 indirecta y 866 – 1.299 inducida, con un impacto más concentrado en zonas rurales productoras de trigo blando de Castilla León, Castilla la Mancha, y Aragón.

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 2015 de entre 656.144 – 984.216 kg de fitosanitarios

Según los cuestionarios realizados, gran parte de las iniciativas desarrolladas actualmente en la mejora vegetal de este cultivo (un 86%) van encaminadas a este objetivo.

7 FERTILIZANTES



Los datos disponibles no permiten correlacionar una reducción en su uso

No obstante, parte de las iniciativas desarrolladas actualmente tienen la disminución en el uso de fertilizantes uno de sus objetivos.

² Todos los datos del informe se muestran según los dos escenarios. En este caso la producción adicional acumulada sería de 14,7 millones de toneladas según el escenario conservador (Escenario 1) y de 22 millones de toneladas según el escenario promedio europeo (Escenario 2)

8 ENERGÍA



Ahorro energético total de entre 1.100 – 1.650 millones de MJ/año

Equivalente al consumo anual efectuado por entre 30.700 – 46.200 hogares. Correspondiente a la suma de los ahorros en la producción y en el transporte (por importación) de trigo.

10 DEFORESTACIÓN



Se hubieran necesitado entre 186.100 - 335.600 ha más cada año para obtener la producción existente de trigo blando

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

12 RESILIENCIA



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

Gracias al incremento de la productividad del cultivo, especialmente en un contexto en el que España es deficitaria en este cultivo.

9 EMISIONES



Ahorro de emisiones de entre 96.650 – 145.000 t de CO₂eq/año

Equivalente a las emisiones anuales de 57.000 – 85.500 coches. Correspondiente a la suma de los ahorros en la producción y en el transporte (por importación) de trigo.

11 CAMBIO CLIMÁTICO



Capacidad de crear variedades mejor adaptadas a las futuras condiciones climáticas

Un 75% de las iniciativas de mejora en trigo blando van encaminadas hacia la adaptación del cultivo a los efectos del cambio climático.

13 DESPOBLACIÓN



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

Además, la **genética del trigo blando sigue teniendo margen de mejora para llegar a su productividad óptima**. Distintos aspectos, como la tolerancia al calor o a la sequía, la estructura óptima en el dosel de la planta y su fenología, la mejora en la absorción de agua y la reducción de la senescencia de las hojas, podrían ser aspectos claves en la mejora vegetal del trigo blando en los próximos años, cuyo rendimiento podría aumentar entre 3 o 4 toneladas más por hectárea gracias a la mejora vegetal.

2. IMPACTOS DE LA MEJORA DEL TRIGO BLANDO EN LA TRANSFORMACIÓN

La investigación en mejora vegetal de trigo blando también ha contribuido al **aumento de la calidad harinera y al desarrollo de nuevas variedades**, que cuentan con una mejor aptitud para la panificación y se ajustan a las demandas de la cadena.

1 MEJORA DE PARÁMETROS



Las variedades mejoradas tienen un mejor comportamiento respecto a fuerza (W) y equilibrio (P/L) que las tradicionales

Pudiéndose afirmar que presentan unas mejores características para su transformación en harina.

2 CALIDAD DEL GLUTEN



Las variedades mejoradas presentan un mayor contenido y calidad del gluten

Cuentan con una mejor tolerancia a la fermentación, y han permitido la reducción del uso de aditivos para conseguir calidades óptimas en la panificación.

3 AHORROS SECTOR HARINERO



La falta de innovaciones hubiera supuesto un sobrecoste mínimo anual asociado al transporte de trigo de entre 9,5 – 14,3M€

Dado que, entre 1990 y 2018 hubiera sido necesario importar por parte del sector harinero entre 14,7 – 22 millones de toneladas de trigo adicionales, con un coste de 267 - 400M€.

4 AHORROS POR TONELADA



La falta de innovaciones hubiera supuesto un extracoste, asociado al transporte de trigo, de entre 4,6 – 6,8€/tonelada de harina

Dado que el incremento de la producción ha permitido contener los precios de la harina, manteniendo los ingresos y los puestos de trabajo del sector.



5 SEMILLA CERTIFICADA

El sistema de certificación de la semilla es valorado por la industria de primera transformación por permitir una mayor trazabilidad de la materia prima y por lo tanto una mayor garantía de seguridad alimentaria.

Además, el uso de semilla certificada en el trigo blando permite al agricultor conseguir lotes de trigo homogéneos demandados por la industria harinera.

1. IMPACTOS DE LA MEJORA DEL TRIGO BLANDO EN EL CONSUMO

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

1 NUEVAS DEMANDAS



Variedades adaptadas al segmento de la población celíaca o al desarrollo de trigo blando ecológico

Son ejemplos de cómo el sector obtentor contribuye a dar respuesta a la demanda de los consumidores en el sector panadero.

2 MAYOR TRAZABILIDAD



Mayor visibilidad del origen de los productos y de su producción

Pese al camino que queda aún por recorrer, el uso de semilla certificada permite asegurar la estandarización y la trazabilidad de la harina panadera, dando respuesta la creciente demanda por parte de la población.

3 CONTENCIÓN DEL PRECIO DEL PAN



La mejora vegetal, y en particular, el aumento del rendimiento del trigo, han permitido contener el precio de la harina y en consecuencia el precio de los productos panaderos entre un 1,4% - 2,1%.

En definitiva, la mejora vegetal y el sector obtentor en el trigo blando 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 calidad de la harina.
- Satisfacer las demandas de los consumidores en cuanto a diversidad de producto, a la trazabilidad de los alimentos y a la seguridad alimentaria.

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 trigo blando

a. La importancia del trigo en el mundo, y en particular en la alimentación

El trigo es, junto al maíz y el arroz, uno de los cereales más consumidos en el mundo. Su cultivo se domesticó hace más de 10.000 años para su uso en la agricultura y distintos organismos mundiales lo consideran un **alimento básico en la dieta de más de un tercio de la población mundial**.

Su cultivo se considera fundamental para la seguridad alimentaria, al ser una de las principales fuentes de calorías y proteínas de la dieta humana. En este sentido, **el trigo aporta a nivel global más proteínas a la dieta humana que la suma de las carnes de ave, porcino y bovino**. En América del Norte y Europa occidental, donde los productos animales constituyen casi dos terceras partes de la aportación de proteínas, el consumo de trigo representa al menos el 20% de las proteínas consumidas y el 19% de las calorías de la dieta diaria.

Según datos de FAOSTAT, en 2019 el trigo fue el **cereal de mayor superficie cultivada en el mundo** (215 millones de hectáreas), y **el segundo por detrás del maíz en cuanto a producción mundial**, con 765 millones de toneladas producidas. Las principales regiones y países productores son la Unión Europea, China, India, Rusia y Estados Unidos (FAO, 2021).

En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), **espera un aumento del 60% de la producción de este cultivo para 2050**, especialmente en los países en desarrollo, para poder alimentar una población mundial estimada de 9.600M de personas (FAO, 2016).



Figura 1. Principales datos macroeconómicos del trigo (FAO, 2016)

b. El trigo blando y el trigo duro

El trigo pertenece al género *Triticum* y comprende un gran número de especies. Las más cultivadas son el trigo blando, también conocido como trigo harinero o panadero, y el trigo duro.

La **principal diferencia entre ambas especies reside en la dureza del grano**, que indica el comportamiento en la molienda y su rotura. El trigo duro tiene una dotación genética tetraploide³ y contiene un elevado contenido proteico. Cuenta así con un contenido celular más compactado y se utiliza para la fabricación de sémola y pastas secas. El trigo blando, en cambio, cuenta con una dotación genética hexaploide⁴. Sus paredes son más finas y se utiliza para la elaboración de piensos, harinas, panes, masas congeladas y bollería.



Figura 2. Diferentes usos para el trigo blando y el trigo duro

c. La importancia socioeconómica del trigo blando en nuestro país

En 2018, se sembraron de trigo el 12% de las tierras cultivables españolas (2.061.508 hectáreas), de las que el 80% correspondieron a trigo blando según el Anuario de Estadística del MAPA (1.686.900 hectáreas). El presente trabajo se centra en el análisis del mejoramiento del trigo blando en España por ser el tipo de trigo más cultivado.

La mayor parte de la superficie de trigo blando se cultiva en secano, al tratarse de una cosecha muy adaptable en cuanto a condiciones climatológicas: el 85% de las explotaciones de trigo blando del país tienen una orientación de secano, frente al 15% de regadío.



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

Castilla León concentra el 52% de la superficie cultivada y el 54% de la producción de trigo blando, extendiéndose el cultivo a lo largo de 872.657 hectáreas y produciendo 3.593.567 toneladas de trigo (según los últimos datos publicados por el MAPA, de 2018). La siguen Castilla La Mancha (con 14% de superficie y 11% de la producción estatal) y Aragón (9% de superficie y 8% de la producción). Andalucía, Navarra y Cataluña se encuentran en cuarta, quinta y sexta

³ En los seres vivos pueden producirse fenómenos de poliploidía, por el cual los organismos tienen más de un juego de cromosomas, de la misma especie o de especies distintas. En el caso de las especies tetraploides, estas tienen 4 juegos de cromosomas.

⁴ Idem nota 1, pero con 6 juegos de cromosomas.

posición respectivamente, con alrededor del 5% de la producción y los cultivos estatales cada una.

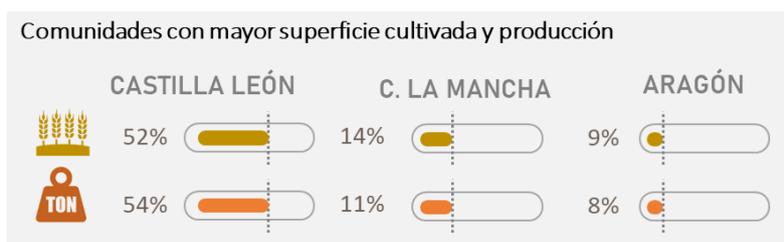


Figura 4. Distribución de la superficie y la producción de trigo blando en las tres comunidades autónomas con mayor presencia del cultivo (Anuario de estadística MAPA, 2019)

Respecto a la evolución de la superficie cultivada y producción en el conjunto del país en los últimos años, **España muestra una tendencia al alza en el cultivo y producción de trigo blando en los últimos 30 años, aunque con una fuerte variabilidad.** La productividad media también ha aumentado, asimismo, siendo de 3.280kg/ha en los últimos 10 años.

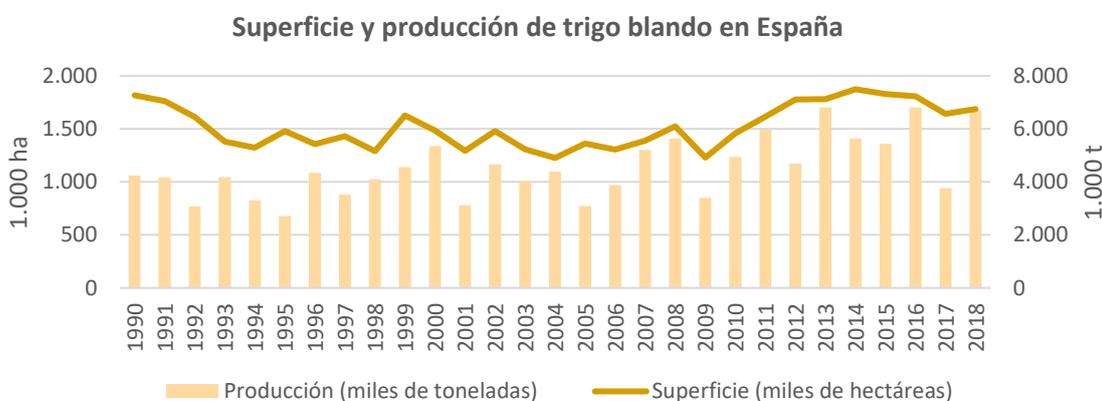


Figura 5. Evolución de la superficie y producción de trigo blando en España entre 1990 y 2018 (Anuario de estadística MAPA, 2019)

A pesar del incremento de superficie y productividad observado en los últimos años, **España es un país importador de cereales y en particular, de trigo blando.** Su producción nacional no llega a cubrir las necesidades internas, obligando a los operadores españoles a acudir a los mercados internacionales para suplir el déficit de producción a través de importaciones.

Según datos de Data Comex, **el déficit medio de las últimas 5 campañas** (media de las importaciones) **asciende a 7,06 millones de toneladas.** En este periodo, **más del 75% de las importaciones procedieron de otros países de la Unión Europea,** siendo Francia, Bulgaria y Rumanía los principales orígenes, representando respectivamente el 25%, 18% y 8% (respectivamente) de las importaciones españolas. De los países extracomunitarios, destacan Ucrania, siendo origen del 11% de las importaciones, y el Reino Unido, con el 7%.

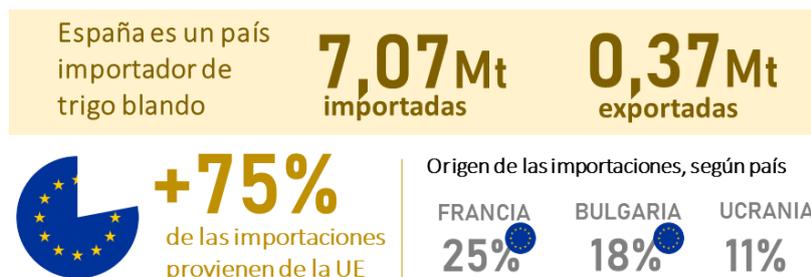
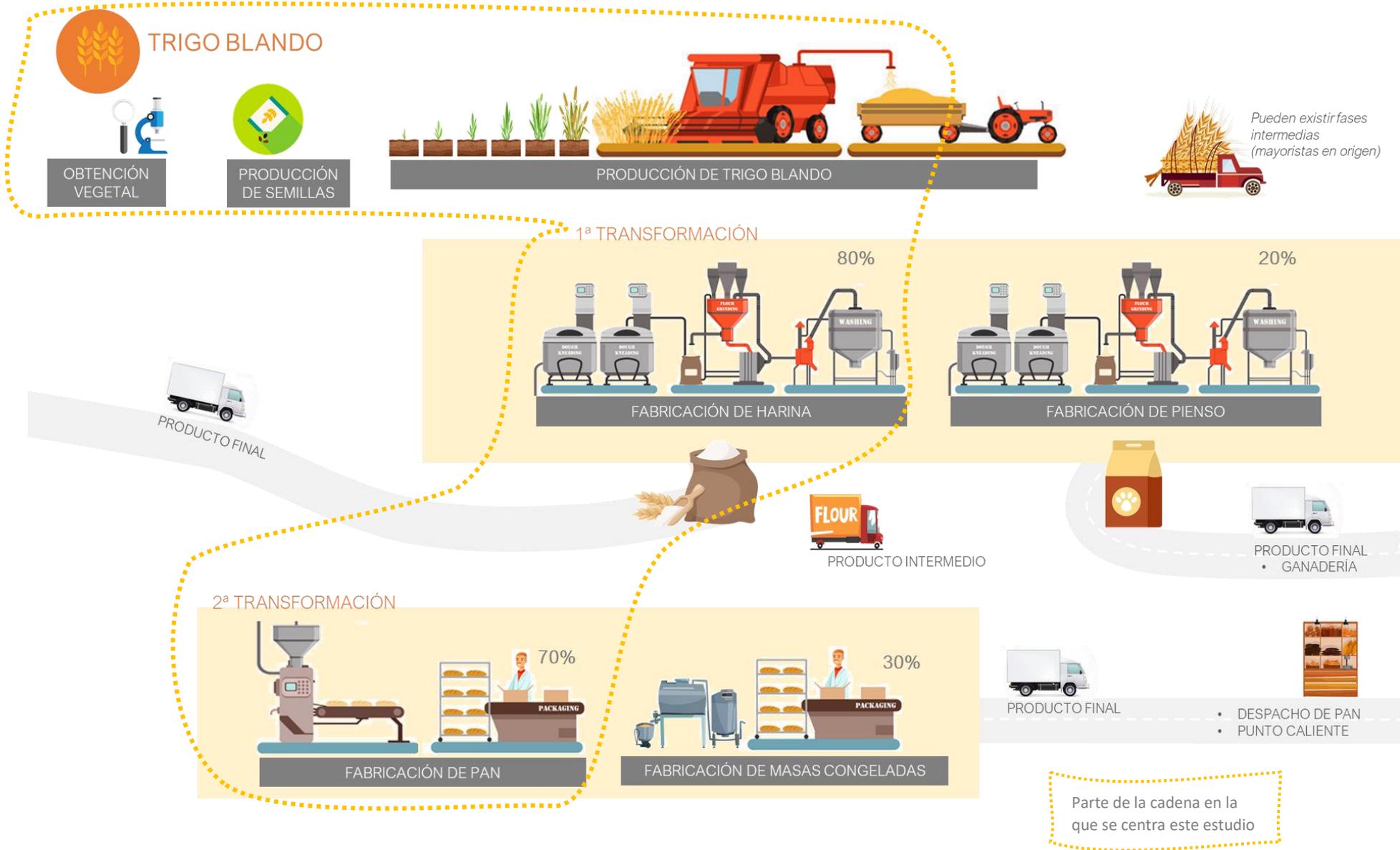


Figura 6. Importación de trigo blando en España y porcentaje de procedencia del país de origen (Data Comex, 2020)

d. La cadena de valor del trigo blando

A continuación, se muestra la cadena de valor del trigo blando, desde su obtención hasta la llegada a consumidor final.



Con el objetivo de acotar el alcance del presente estudio de impacto, el trabajo se centra en aquellas partes de la cadena en las que ha tenido un mayor impacto el proceso de mejora varietal de trigo blando. En consecuencia, **el estudio abarca tanto la producción destinada a consumo humano -que representa más del 80% de la producción-**, como la primera transformación (harina) y la fabricación de pan (segunda transformación).

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 trigo blando -en exclusiva o bien en combinación con otras especies- así como de su expedición a mayoristas en origen o a la industria de segunda transformación.
- **1ª y 2ª TRANSFORMACIÓN:** fabricantes de harina y pan.
- **TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN y CONSUMO:** operadores que integran las plataformas logísticas de transporte y distribución de los establecimientos de despacho de pan o puntos calientes. Son los agentes que intervienen en la distribución hasta la venta en minorista, estando en contacto directo con el cliente final. El trabajo también incorpora las mejoras percibidas en el pan por parte del consumidor final.

1.2. El sector obtentor

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 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%.

a. La mejora vegetal: de los orígenes de la agricultura a la actualidad

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.

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 trasciende 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 pueden 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 cualificado**⁵. 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.

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.

b. La certificación de semillas: el estándar de calidad que certifica la I+D+i realizada por el sector obtentor

La obtención de variedades vegetales por empresas y centros públicos se visibiliza mediante un sistema oficial de certificación de semillas que garantiza la calidad de la semilla en los parámetros exigidos en los Reglamentos Técnicos, siendo la semilla certificada un producto de calidad de primer orden, estandarizado y de reconocimiento internacional. **Esta calidad está garantizada por el doble control ejercido**, tanto por la empresa productora como por el Organismo oficial responsable. De modo que, este control, ofrece unas garantías que aseguran que las semillas lanzadas al mercado **cumplen con unos estándares de pureza genética y varietal**, es decir, que no dará lugar a diferentes tipos varietales de cultivo, hecho que dificultaría su manejo

⁵ Se puede consultar la información actualizada en la página web de ANOVE: <https://www.anove.es/>

La certificación de semillas también asegura un **óptimo estado sanitario** de las mismas, al evitar la propagación de enfermedades en el cultivo durante su crecimiento, además de una **máxima vitalidad**, al asegurar la germinación en un alto porcentaje de forma rápida y asegurar a los agricultores el rendimiento económico del cultivo. Estos factores se traducen en un ahorro significativo de costes en el eslabón de producción, tanto por la menor dosis de semilla empleada en la siembra si es certificada, como por el tiempo y la logística necesaria para la selección y acondicionamiento de la semilla.



Figura 7. Principales aportaciones de la semilla certificada

Según datos oficiales proporcionados por el sector, la utilización de semilla certificada de trigo blando en España fue de un 33% en 2019, muy por debajo de países vecinos como Francia, Alemania y Reino Unido (Figura 8) y del porcentaje de certificación del trigo duro, que alcanzaría aproximadamente el 80% de los cultivos.

La reutilización de semillas por parte de los agricultores⁶ se estima alrededor de un 26%, provocando que **casi un 40% de este cultivo en España no incorpore el enriquecimiento genético constante que contienen las nuevas variedades** lanzadas al mercado, además de no contribuir a la I+D+i de la mejora del cultivo.

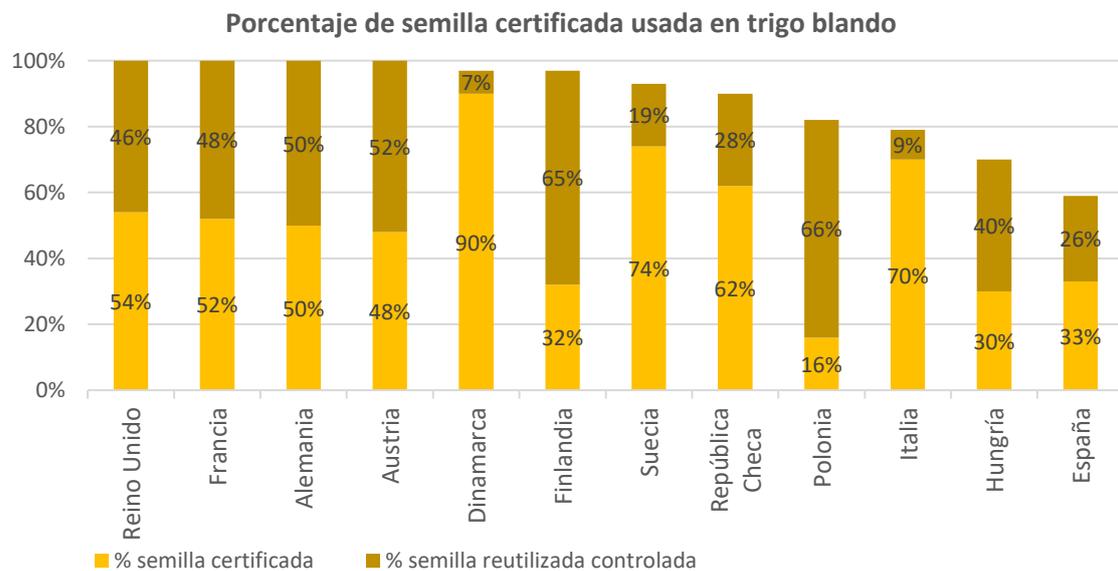


Figura 8. Porcentaje de semilla certificada usada en trigo blando en España en comparación con otros países europeos (ANOVE, 2020)

⁶ Según la Ley 3/2000 de 7 de enero, los agricultores pueden proveerse de semilla mediante la adquisición de semilla certificada en el mercado o mediante la reutilización de semillas producida por ellos mismos. En este caso, cuando la semilla reutilizada procede originalmente de variedades obtenidas mediante mejora vegetal, la reutilización se realiza de forma controlada, de forma que los agricultores pagan un canon al obtentor de la variedad.



La baja utilización de semilla certificada **genera un coste de oportunidad** para este cultivo, que se traduce en...

- Incrementos de **rendimiento inferiores** a aquellos potenciales.
- **Pérdida de competitividad** frente a otros países.
- **Reducción del desarrollo de nuevas variedades** adaptadas al campo español.

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 trigo blando, por su trascendencia en la alimentación humana y la importancia histórica y económica de este cultivo en España. En particular, el presente análisis tiene como objetivos:

1. Analizar las mejoras introducidas en el cultivo del trigo blando por parte del sector obtentor.
2. Desarrollar una metodología analítica y participativa para evaluar de los impactos de la mejora vegetal en el trigo blando, 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 trigo blando que realiza el sector y sus efectos en los diversos eslabones de la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo.



Figura 9. Esquema de la cadena de valor agroalimentaria des de la producción hasta el consumo

2. Metodología

Los resultados del presente estudio se basan en el análisis de **datos evolutivos** de obtención, producción, transformación, transporte, distribución y consumo de trigo blando 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 trigo blando en España, a lo que se han añadido las aportaciones recibidas a través de cuestionarios respondidos por el 99% de las empresas de obtención de cereal asociadas a ANOVE, en términos 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 10. 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 las semillas de trigo blando 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 del trigo blando, 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 a la semilla de trigo blando en los últimos años han tenido una relación directa en el aumento de su productividad de manera sostenida en el tiempo.



Figura 11. 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 de trigo blando, que ha aportado conocimiento técnico de la especie estudiada y 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
 cooperativas agro-alimentarias España	Producción	Antonio Catón Vázquez
 aetc Asociación Española de Técnicos Cerealistas	Producción	Alejandro Castilla Bonete
 AFHSE Asociación de Fabricantes de Harinas y Sémolas de España	1ª transformación	Ramón Sánchez Expósito
 ceo ppan Confederación Española de Panadería y Pastelería	2ª transformación	Jose M ^a Fernández del Vallado
 asemac* asociación española de la industria de panadería, bollería y pastelería	2ª transformación	Felipe Ruano Fernandez Hontoria, Silvia Martin Montaña
 INCERHPAN	2ª transformación	David Manzanares Fernández
 cecuc CONFEDERACIÓN DE CONSUMIDORES Y USUARIOS	Consumidores	Julian Tío Barraca

Figura 12. Entidades y miembros que han formado parte de los Comités de Expertos del trigo blando para la elaboración de este documento

El Institut Cerdà agradece 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

El trigo blando o *triticum aestivum*, tiene su origen en la hibridación de forma natural entre dos especies cultivadas por el hombre hace unos 10.000 años: *T. turgidum* i *Ae. Tauschii*. A partir de ese momento, el cultivo del trigo blando sufrió un proceso de domesticación, cultivo, selección y expansión por todo el mundo, hasta dar lugar al trigo harinero que conocemos hoy en día. **Las distintas variedades de trigo blando se fueron definiendo en base a la selección natural.** Así, si una variedad era poco resistente a plagas o heladas, sencillamente no sobrevivía y no se seguía reproduciendo, y aquellas en que los agricultores observaban un mejor funcionamiento, se seleccionaban los granos de aquellos trigos con más productividad, por ejemplo.

No es hasta 1790 cuando se producen los primeros cruces de trigo blando de forma intencionada por parte del hombre en Inglaterra. Gracias a ellos, se pudieron observar mejoras en lo relativo a resistencias a enfermedades. En este contexto, se inició un **proceso de mejora vegetal empírica**, mediante la cual hibridaciones manuales y la selección artificial del trigo blando dieron lugar al desarrollo de variedades con mayores rendimientos y mejores resistencias. Estas variedades presentaban resultados superiores a las variedades tradicionales cultivadas en aquel momento, aunque no se tenía un conocimiento claro de los fundamentos de aquellos cruces.

En 1900, con el redescubrimiento del trabajo de Mendel y la genética mendeliana, se empezó a estudiar la resistencia del trigo a diferentes enfermedades por primera vez, con una base científica sólida. A partir de este punto, se produjo un aumento exponencial de conocimiento y tecnología acerca de la biología del trigo y las posibilidades de mejora para la resistencia a diferentes estreses bióticos y abióticos (Venske, 2019). Los primeros científicos dedicados a la mejora vegetal **empezaron a cruzar variedades locales de distintos orígenes** con el objetivo de obtener variedades superiores, de mayor rendimiento y adaptación a diferentes terrenos (Tadesse, 2019) o con mayores contenidos de gluten en el caso del oeste europeo (Pujol-Andreu, 2011).

Un punto inflexión en la historia de la mejora del trigo fue el cruce de las variedades existentes con trigos semi-enanos procedentes del Japón, una iniciativa liderada por Norman Borlaug a finales de 1960 que dio lugar a la llamada Revolución verde y encabezada por el Centro Internacional de Mejora de Maíz y Trigo (CIMMYT). La introducción de variedades semi-enanas revolucionó la producción de trigo y mejoró en gran medida su rendimiento gracias a la **reducción de la altura de la planta**. De esta manera, la planta pudo destinar más energía producida durante la fotosíntesis a la producción del grano, además de hacerla más resistente al encamado (caída del trigo debido al viento) (Venske, 2019).

En el ámbito español, las primeras variedades derivadas de cruces intencionados se introdujeron durante la década de 1950, incrementando un 30% el rendimiento respecto las variedades locales, principalmente debido al incremento en el número de granos por espiga. Posteriormente, a principios de la década de los 70 se introdujo en España el trigo semi-enano procedente de la *Revolución verde*. Esta nueva genética redujo la altura de la planta y aumentó el número de cañas por planta, dando lugar a mayores incrementos en su productividad (Sanchez-García, 2013), (Pujol-Andreu, 2011).

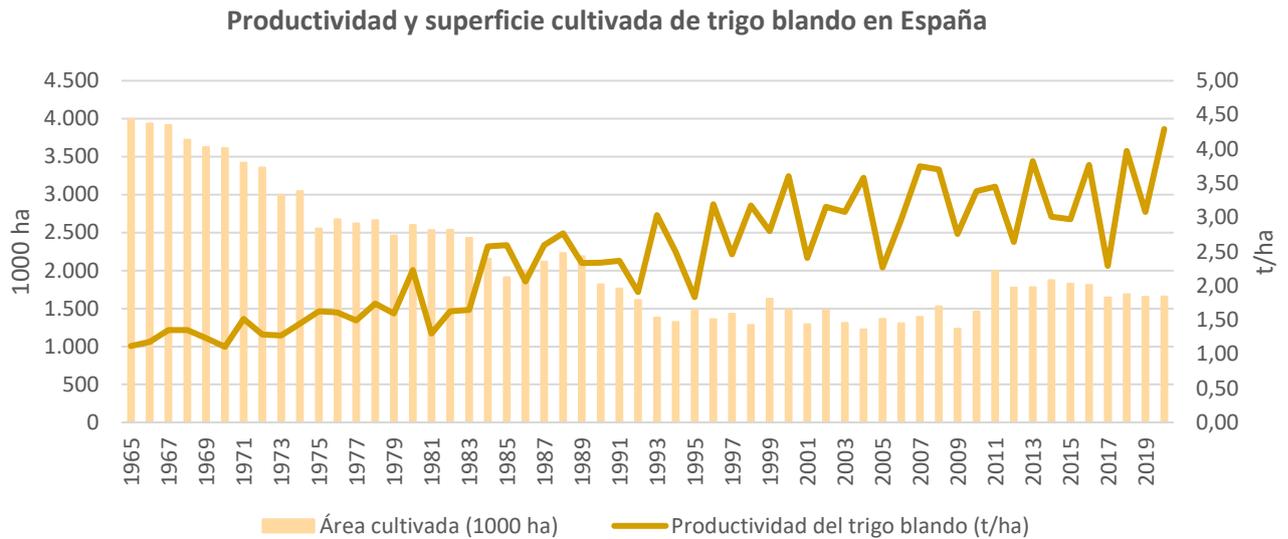


Figura 13. Productividad y superficie cultivada de trigo blando en España entre los años 1965 y 2019 (Anuario de estadística MAPA, 2020)

Este hecho también se puede observar comparando variedades tradicionales con variedades modernas cultivadas en España (Figura 14). Las **variedades actuales presentan una media de aproximadamente 18 granos por espiga más que variedades tradicionales. Asimismo, la altura de las nuevas variedades es de aproximadamente 18 centímetros inferior a las variedades tradicionales caracterizadas.**



Figura 14. Altura y granos por espiga en variedades locales y mejoradas cultivadas de trigo blando en seco. Cálculos propios a partir de (Pérez, M, 2018) y (INTIA, 2018)

Por otro lado, dichos aumentos de productividad también se pueden observar en los ensayos del INTIA, (Figura 15) donde comparan la evolución de variedades de trigos blandos de diferentes épocas cultivados en las mismas condiciones de cultivo. Según los ensayos realizados por la entidad en 2017, 2018 y 2019, **las variedades más antiguas de trigo blando dan rendimientos inferiores a las variedades modernas, cuando éstas son cultivadas en las mismas condiciones.** Asimismo, de las variedades ensayadas, aquellas cuyo año de lanzamiento es anterior a los años 60, fueron las únicas que presentaron encamado en los ensayos realizados los tres años, debido, también, a su altura.

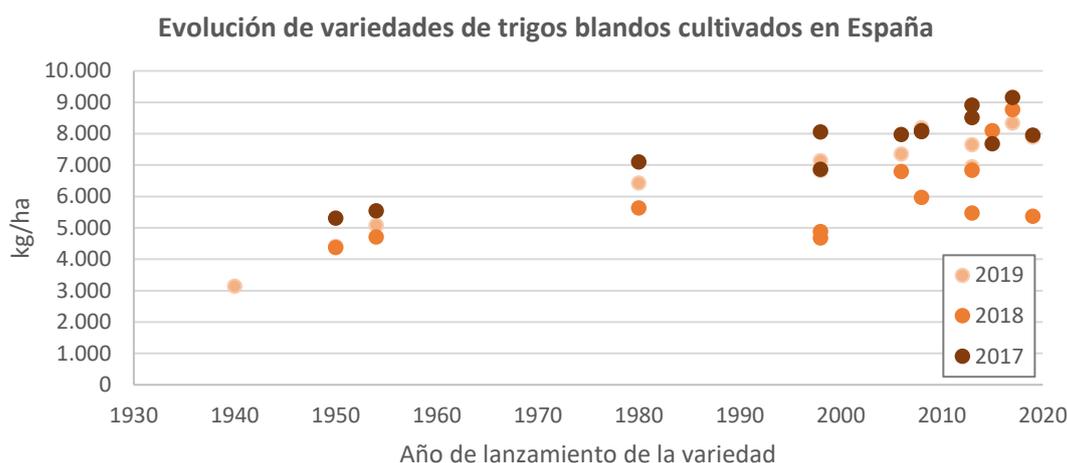


Figura 15. Evolución de variedades de trigos blandos de diferentes épocas cultivados en las mismas condiciones de cultivo en España. Resultados de las actividades de experimentación 2017, 2018, 2019 del INTIA (INTIA, 2019)

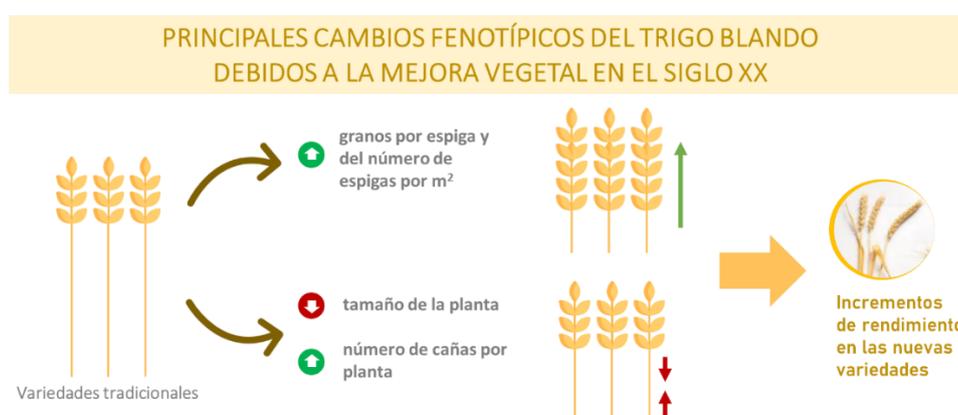


Figura 16. Principales cambios fenotípicos del trigo blando debidos a la mejora vegetal en el siglo XX.

Aunque el principal objetivo de la mejora del trigo haya sido el aumento de rendimiento, la resistencia a enfermedades también se ha trabajado en los últimos años, contribuyendo, a su vez, a mantener y aumentar los rendimientos. Esta línea de mejora ha sido clave para el trigo español, debido a las infecciones por el hongo patógeno de la roya, siendo el valle del Guadalquivir y Girona las zonas españolas más afectadas por estas enfermedades (Martínez-Moreno y Solís, 2019). En este sentido, las variedades semi-enanas introducidas en la década de los 70 tenían **buena resistencia a la roya amarilla y roya parda** (Martínez-moreno y Solís, 2019).

Cabe destacar que en 2015 apareció un nuevo tipo de roya amarilla en España. La raza *warrior/ambition*, procedente de Escandinavia y las Islas Británicas, para la que **ya se han logrado variedades resistentes**, gracias a las investigaciones realizadas desde el sector obtentor. A parte de la roya, la mayoría de las variedades comerciales en España incluyen resistencias a otras infecciones fúngicas a las que suele enfrentarse el trigo, como la septoria, el oídio y algunos hongos del cuello de la raíz.

Por otro lado, la mejora del trigo también ha estado orientada a mejorar la calidad del grano de cara a su aptitud panadera. En este sentido, con la introducción de las variedades mejoradas de los años 50 se produjo una **reducción de proteína en el grano** relacionada con los incrementos de rendimiento de la época. En las variedades introducidas posteriormente, en la década de los 70, se desligó la reducción de proteína en grano de los aumentos de productividad, dando lugar a un **aumento de proteína producida por hectárea** (Sanchez-García, 2015).



Figura 17. Principales cambios en la calidad de la harina debidos a la mejora vegetal en el siglo XX (Sanchez-García, 2015)

En cuanto a **la calidad de la harina, distintos estudios coinciden en que esta ha mejorado considerablemente en diversos aspectos gracias a la mejora vegetal**. Se ha producido una mejora en la capacidad de absorción del agua gracias a las variedades modernas, así como una mejora en las propiedades reológicas de la harina. Además, las mejoras en la calidad del gluten gracias a las mejoras introducidas en las últimas décadas permitieron a las variedades modernas de trigo blando encajar con los requerimientos industriales de fermentación y estabilidad de la harina (Sanchez-García, 2015).

En definitiva, como resultado de los avances científicos y la inversión en I+D en el sector obtentor, tanto en ámbito público como privado, desde los años 90 se han registrado más de 1.000 nuevas variedades de trigo blando en la Unión Europea, (Figura 18) cada una con características concretas, que han contribuido al aumento del rendimiento de este cultivo. Se trata, por tanto, de un sector en constante evolución, que se adapta a las necesidades de los agricultores y la industria en cada momento.



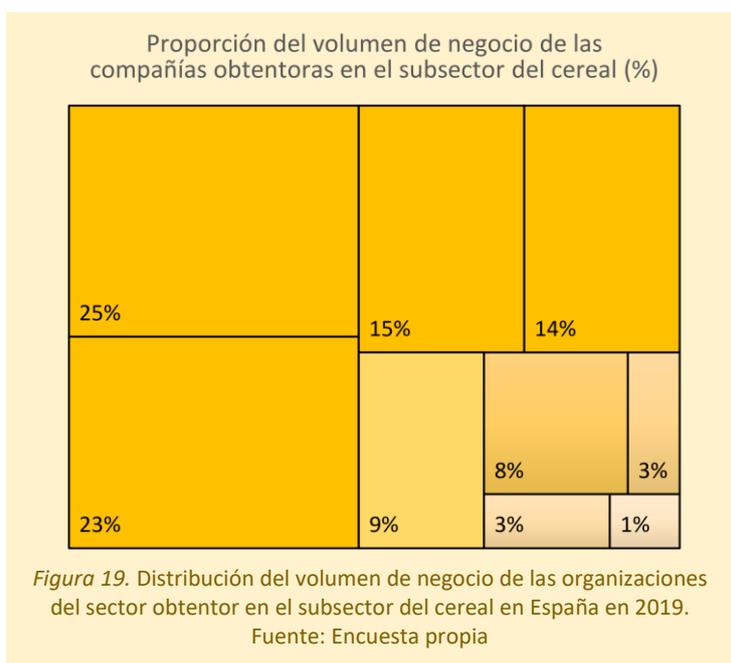
Figura 18. Evolución del registro de variedades de trigo blando en la UE (Community Plant Variety Office, 2021)

3.2. Caracterización de la I+D+i del sector obtentor en el cultivo del trigo blando

En este apartado se presentan los datos relativos a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i en adelante) del sector obtentor para el cultivo del trigo blando.⁷ Los datos proceden de la encuesta realizada al conjunto de las compañías del subsector del cereal, cuya actividad incluye la investigación y desarrollo para la mejora vegetal del trigo blando en España⁸.

La mayoría de las compañías de obtención vegetal operan a escala global y realizan actividades de I+D+i en más de un subsector de especialización (en el ámbito del cereal, o de otros cultivos extensivos como el maíz o incluso otros subsectores). Los datos aportados en este estudio, sin embargo, corresponden a la I+D+i del sector realizada en España en el subsector del cereal.

Este estudio recoge los datos de 9 compañías que realizan mejora vegetal en cereal en España que representan el 100% en términos de facturación del subsector del cereal y que concentran prácticamente toda la actividad de I+D+i en este subsector; en particular 8 empresas y un centro de investigación. De las 9 compañías, cuatro concentran más de tres cuartas partes del volumen de negocio del subsector del cereal en España⁹.



a. Radiografía de la actividad de I+D+i del sector obtentor en el subsector del cereal

De acuerdo con la encuesta realizada en el marco de este estudio, las compañías del sector obtentor suman un **volumen de negocio de 33 millones de euros en el subsector del cereal y generan 138 puestos de trabajo de forma directa** en España. De estos puestos de trabajo, 55 están dedicados a actividades de I+D+i.

⁷ Se pueden consultar los datos de aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España en el Anexo 1

⁸ Para más información sobre la encuesta, consultar el Anexo 2.

⁹ Para garantizar la confidencialidad de los datos facilitados por las compañías del subsector del cereal encuestadas, en el documento no se especifica su denominación y los datos se presentan de forma agregada.



Figura 20. Radiografía del sector obtentor en el subsector del cereal en España en 2019. Los puestos de trabajo corresponden al número de trabajadores equivalentes a tiempo completo. Fuente: Encuesta propia

Las actividades de I+D+i varían en función de cada compañía, incluyendo desde formas de I+D+i realizadas de manera interna, externa o híbrida. Se detectan dos tendencias:

- **La mitad de las compañías de obtención en el subsector de cereal (4 de 9) realizan actividades de investigación¹⁰ en España, mediante programas de mejora vegetal propios.** El resto, realizan las actividades de investigación de manera externa (en compañías del grupo de otros países, o mediante compra externa), 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.).
- **Todas las empresas encuestadas realizan actividades de desarrollo e innovación¹¹ en distintas localizaciones del país.** La mayor parte de estas compañías del subsector del cereal se concentran en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Andalucía, Cataluña, Aragón, Navarra y la Comunidad de Madrid, donde están ubicadas sus sedes y sus centros de investigación y desarrollo.



Figura 21. Distribución geográfica de los centros de investigación y/o desarrollo de las compañías del sector obtentor que trabajan con el subsector del cereal

El desarrollo de actividades de I+D+i ha permitido al sector incrementar progresivamente el número de variedades de trigo blando disponibles en el mercado en los últimos 40 años, aumentando su actividad significativamente en los últimos diez años. En este sentido, las

¹⁰ Se define como investigación a todas aquellas actividades cuyo objetivo es la adquisición de nuevos conocimientos y una mayor comprensión en el ámbito científico y tecnológico, así como la creación de nuevos genotipos.

¹¹ Se define como desarrollo las actividades que aplican los resultados de la investigación para testear las potenciales mejoras encontradas. Se define como innovación a aquellas actividades que aportan valor añadido ligadas con el diseño y la puesta en el mercado del producto final.

compañías obtentoras han registrado 128 nuevas variedades de trigo blando desde 2011, de las cuales 41 fueron registradas en los últimos dos años. De estas 41 nuevas variedades, 35 han sido registradas por parte de alguna de las compañías analizadas en este estudio¹². El uso de semilla certificada por parte de los agricultores es, en este sentido, una forma indirecta de financiar la innovación, dado que entre un 6 y un 7% del pago que realiza por la semilla¹³, se destina a la I+D+i.

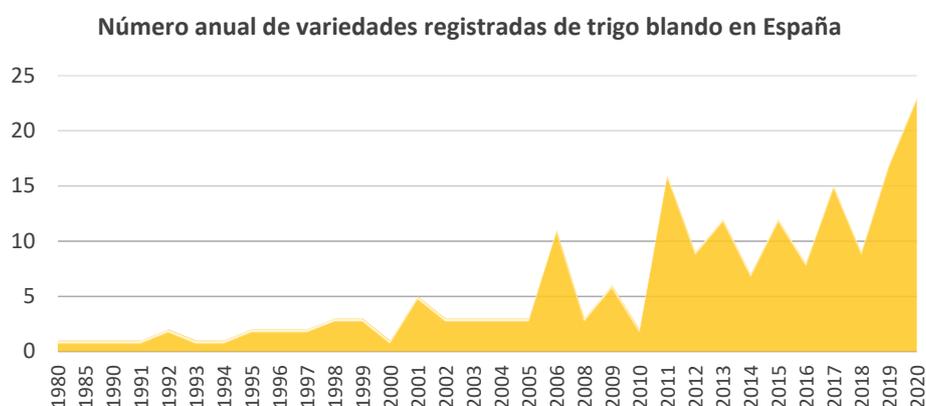


Figura 22. Evolución del registro de variedades de trigo blando en España (Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).



Figura 23. Nuevas variedades de trigo blando registradas por parte de las empresas del sector del cereal analizadas en este estudio, sobre las 41 registradas en total, durante los ejercicios 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019. Fuente: Encuesta propia

El valor socioeconómico que estas empresas del sector obtentor del cultivo del cereal **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 cereal se ha cuantificado en base a esta metodología a partir de la información de base publicada en el marco input-output de España (INE)¹⁴, desagregando los impactos directos, indirectos e inducidos que se derivan de esta actividad.

¹² El resto fueron registradas por empresas que prácticamente no tienen presencia ni actividad en España.

¹³ Según datos de Javier de Sebastián, coordinador del Comité de Propiedad Intelectual de Cereales de ANOVE en el año 2016.

¹⁴ 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.

Grado de orientación de las iniciativas en I+D+i en cada eslabón de la cadena agroalimentaria

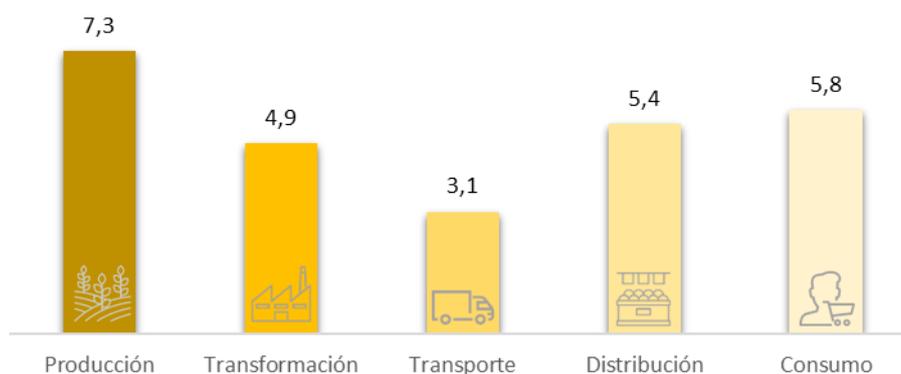


Figura 26. Puntuación total de las 16 iniciativas para cada eslabón de la cadena agroalimentaria (sobre 10)¹⁵

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

Producción

El **eslabón** de la Producción es **en el que se orientan la mayoría de iniciativas en I+D+i del trigo blando**. 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:

1. Obtener mayores **rendimientos** de los cultivos.
2. Adaptación a los efectos del **cambio climático**.
3. Mayor **resistencia** a plagas y enfermedades.
4. Aumento de las **exportaciones**, por requerirse variedades con parámetros determinados para el mercado exportador.
5. Disminución del uso de **fertilizantes**
6. Mejora el **manejo** del cultivo.
7. Reducción de la **mano de obra**.
8. Disminución del **uso de maquinaria** para su producción.
9. Disminución de la **estacionalidad**.

Los resultados de las encuestas a las compañías del subsector del cereal muestran que las innovaciones en semilla buscan la búsqueda de **mayores rendimientos** de los cultivos, una adaptación los **efectos del cambio climático** y un incremento de la **resistencia de los cultivos a plagas y enfermedades**.

¹⁵ 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.

Consumo

El eslabón del Consumo ocupa la **segunda posición en la orientación global de las iniciativas en I+D+i del trigo blando**. 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:

1. **Mayor calidad y valor nutritivo.** Los parámetros para medir la calidad y el valor nutritivo están muy condicionados por el tipo de producto final. En general se miden a partir de parámetros como el contenido en proteína, la fuerza de los alveogramas, el índice de elasticidad, etc.
2. **Mayor diversidad de producto.** Por ejemplo que una misma especie permita ofrecer diferentes productos en función de la demanda del consumidor.
3. **Mejores condiciones organolépticas.** En cuanto a parámetros como el sabor, la textura, el olor, el color o la temperatura.
4. **Mayor disponibilidad de variedades** durante el año.



Los resultados de las puntuaciones muestran como los factores donde más se está orientando la I+D+i en el cultivo del trigo blando en el eslabón del Consumo son, en primer lugar las **mejoras en términos de calidad y valor nutritivo del producto** y, en segundo y tercer lugar, las mejoras ligadas a las condiciones organolépticas y al aumento de la diversidad del producto final (harina o pan). En definitiva, el objetivo final de estas mejoras es **una mejor adaptación a las demandas del consumidor final**.

Distribución

El eslabón de la Distribución ocupa la tercera posición en la orientación global de las iniciativas en I+D+i del trigo blando, un poco por debajo del eslabón del Consumo. 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:

1. **Diferenciación** respecto a otros productos.
2. **Mayor diversidad** de producto. Por ejemplo que una misma especie permita ofrecer diferentes productos según las necesidades del distribuidor.
3. Mayor **disponibilidad de variedades** durante el año.



Los resultados de las encuestas muestran que el factor con una mayor orientación en el eslabón de la Distribución es la **diferenciación del producto transformado respecto a otros productos**. La diversidad de producto y la mayor disponibilidad durante el año son para este producto menos importantes, pero también significativas.

En este sentido, el presente informe trata los eslabones de la distribución y el de consumo de forma conjunta, dado que no se distinguen diferencias significativas en la orientación de las iniciativas en I+D+i en estos dos eslabones.

Transformación

El eslabón de la Transformación ocupa la cuarta posición en la orientación global de las iniciativas en I+D+i del trigo blando, únicamente por encima del eslabón del Transporte. 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:

1. Mejora de **parámetros técnicos** que aporten valor al producto final. Por ejemplo, mejora de parámetros como el índice de gluten
2. Aumento de las **exportaciones**.
3. Mejora **eficiencia y resultados industriales**. Por ejemplo, en la reducción mermas o de consumos.
4. Mejor **adaptación** a los procesos productivos. Por ejemplo, a partir de la mejora de determinados parámetros.



Los resultados de las de las encuestas a las compañías del subsector del cereal muestran como los factores donde más se está orientando la I+D+i en el cultivo del trigo blando en el eslabón de la transformación son los que **tratan de conseguir mejoras de los parámetros técnicos para aportar más valor** al producto final y contribuir al aumento de las **exportaciones**

Transporte y logística

El eslabón del Transporte y la Logística es al que **las iniciativas en I+D+i del trigo blando están menos orientadas**. Las puntuaciones en los 3 factores considerados en este eslabón han sido muy bajas en comparación con los factores de los eslabones anteriores. Los factores considerados en este eslabón, ordenados de mayor a menor impacto, son los siguientes:

1. 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. Mejora de la **resistencia del producto durante el transporte** sin resentirse la calidad.
3. Optimización del **envasado**. Por ejemplo, obtención de variedades que por sus características minimicen la necesidad de embalajes para su transporte.



Los resultados de las de las encuestas a las compañías del subsector del cereal 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 subsector del cereal en el año 2019 fue de 5,1 millones de euros**. Casi la mitad de esta inversión es la que realizan las empresas obtentoras en sus programas de investigación y desarrollo internos de mejora vegetal. El 39% de la inversión económica en I+D+i es en concepto de pago de royalties por innovaciones ya realizadas y patentadas por otras organizaciones y el resto, el 15%, en concepto de inversión en I+D+i externa, subcontratada a empresas externas o a otras empresas del mismo grupo.

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

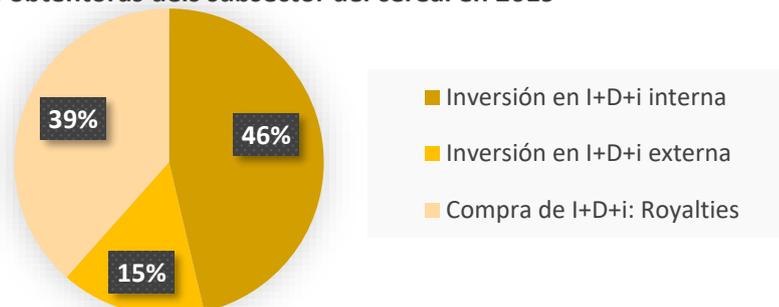


Figura 27. Inversión interna, inversión externa y compra de I+D+i por parte de las empresas obtentoras del subsector del cereal en 2019. Fuente: Encuesta propia

La **inversión en I+D+i que realizan las empresas obtentoras** españolas en el subsector del cereal es de 5,1 millones de euros. **Esta cifra supone un promedio del 18,3% del volumen de negocio** anual que generan las empresas obtentoras en el subsector del cereal en España

A continuación, se detallan las principales características para cada tipo de inversión

i. Inversión interna en I+D+i

Durante el año 2020 se han identificado **16 iniciativas de I+D+i interna en marcha** en el cultivo del trigo blando en España por parte de las diferentes empresas encuestadas¹⁶. 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.

La **inversión en estas iniciativas en el último ejercicio disponible (2019) fue de 2,4 millones de euros**. Esta cifra supone el **7,2% del volumen de negocio anual** que generan las empresas obtentoras en el subsector del cereal en España. Esta inversión interna se financió **mayoritariamente a partir de fondos de las propias empresas** obtentoras. Únicamente el 6% se financió a partir de fondos sin contrapartida, es decir a partir de subvenciones, ayudas o donaciones. Y el 4% restante se financió a través de fondos con contrapartida como la venta de I+D+i o acuerdos de colaboración con otros agentes del sector.

¹⁶ Las 16 iniciativas están identificadas y caracterizadas a través de los cuestionarios propios

Financiación de la I+D+i interna



Figura 28. Distribución de la financiación de la I+D+i interna de las empresas obtentoras españolas en el subsector del cereal en el año 2019. Fuente: Encuesta propia

ii. Inversión externa en I+D+i

Algunas de las compañías encuestadas optan por complementar su I+D+i externalizando una parte de estas actividades. Concretamente, la inversión en I+D+i externa por parte de las **empresas obtentoras españolas del subsector del cereal en el año 2019 fue de 776.000 euros.**

Esta **inversión externa se destinó a otras organizaciones** que pueden estar dentro o fuera de España y pueden ser otras empresas que pertenecen al mismo grupo, otras empresas externas, organismos de la Administración Pública, universidades y centros de enseñanza o instituciones privadas sin fines de lucro. En el año 2019 la mayor parte de la **inversión externa en I+D+i por parte de compañías obtentoras del subsector del cereal se destinó a otras empresas del mismo grupo con sedes en Europa.**

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



Figura 29. Porcentajes de compra externa de I+D+i a otras organizaciones por parte de las empresas obtentoras del subsector del cereal en 2019. Fuente: Encuesta propia

iii. Compra externa I+D+i: Royalties

Otra parte importante de la compra externa de I+D+i se produjo por parte del sector obtentor en forma de *royalties*, que pagan unas empresas a otras en concepto de propiedad intelectual y que **permite la inversión en investigación de nuevas variedades de distintas especies de cereales por parte de las compañías obtentoras.**

La **compra de royalties por parte de las empresas obtentoras españolas del subsector del cereal en el año 2019 fue de 2 millones de euros**, de los cuales más del 90% fueron compras a empresas del mismo grupo situadas en Europa. En general, la compra de regalías por parte de las empresas del sector obtentor en el subsector del cereal ha ido aumentando en los últimos años.

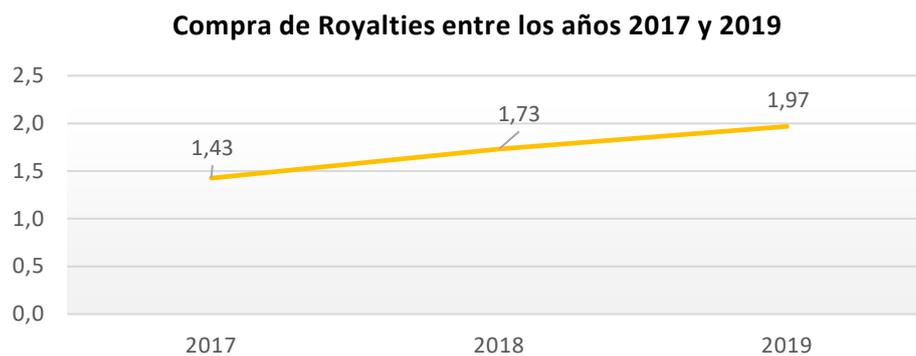


Figura 30. Evolución de la compra anual de Royalties por parte del sector obtentor en el subsector del cereal entre los años 2017 y 2019. Fuente: Encuesta propia

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 cumplimiento 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 31. 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 trigo blando, los incrementos de productividad pueden cuantificarse en crecimientos entre el 1 y el 3% anual. Esto ha supuesto un **aumento de la productividad global en este periodo cercano al 220%**. En los últimos 30 años (desde el año 90), el incremento ha sido de un 37%.

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.

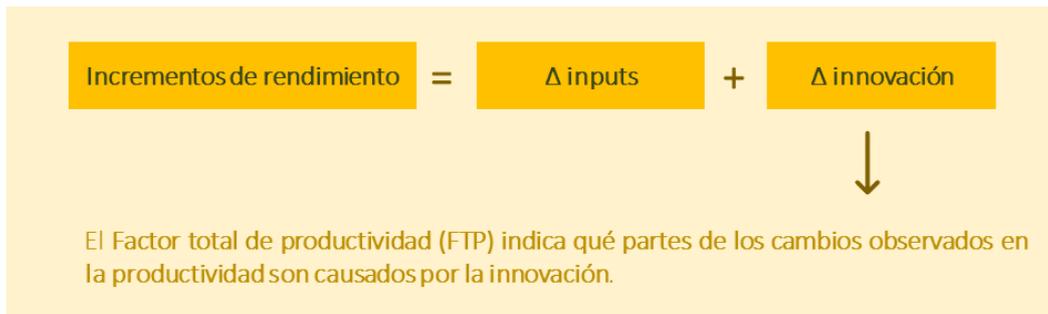


Figura 32. Elementos que influyen en el incremento de rendimiento

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 la pérdida de productividad causada por el decremento en el uso de *inputs* en la agricultura.

En el caso concreto del trigo blando, si bien ha podido identificarse una disminución del empleo de fitosanitarios y de la utilización de capital humano, se ha producido un incremento de la mecanización, no habiéndose podido establecer una tendencia clara en el caso del empleo de fertilizantes. En este sentido, si bien en términos globales se considera que se ha producido una disminución de los *inputs* en este cultivo, con la información existente no puede llegarse a cuantificar la misma. Por este motivo, **este estudio ha optado por considerar que los *inputs* totales de este cultivo han permanecido constantes en los últimos años.** Por lo que, la **evolución del factor total de productividad sería, en consecuencia, igual a la evolución del rendimiento de este cultivo, y por lo tanto a la introducción de innovaciones.**



Figura 33. Este estudio ha optado por considerar que los *inputs* han permanecido constantes en los últimos años

El aumento registrado en términos de rendimiento ligado a la innovación (y no asociado con el incremento de *inputs* en el cultivo), puede atribuirse a distintos factores:

1. **Los avances en términos de selección genética**, y por lo tanto a incrementos del potencial de rendimiento per se de las nuevas variedades, gracias a 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 34. 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 trigo blando.

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%.**

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

 2010	<i>Aproximadamente un 50% del incremento de la productividad en el último siglo es atribuible a mejores genotipos</i>	40 -50%
 2015	<i>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</i>	50%
	<i>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).</i>	50%
 2000	<i>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.</i>	30-47%

Figura 35. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad de los cultivos durante la segunda mitad del siglo XX según distintas fuentes consultadas

En el caso del trigo blando, según las fuentes consultadas la aportación del sector obtentor durante la segunda mitad del siglo XX sería similar al promedio indicado para el conjunto de cultivos. No obstante, **la aportación se habría incrementado en las últimas décadas oscilando entre el 75-90% de los incrementos de productividad**, según distintas fuentes europeas.

Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del trigo en las últimas décadas: metaanálisis

 1994	<p>Silvey, 1994. En el contexto del Reino Unido, el autor llegó a la conclusión que la proporción de los cambios en la productividad atribuibles a la obtención vegetal fue de un 47% para el trigo y de un 55% para la cebada.</p>	<p>47%</p>
 2013	<p>Si bien se indica que la obtención vegetal contribuyó en torno al 50% al crecimiento de la productividad entre 1947 y 1982, BSPB considera que la contribución de la obtención vegetal al incremento de la productividad de los cereales sería de más del 90% desde 1982. En relación al trigo resultados similares han sido indicados por Fischer y Edmeades (2010) así como por Mackay et al (2009) y Webb (2010).</p>	<p>90%</p>
 2014	<p>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 observados entre 1960 y 1980 y del 89% de los observados entre 1980 y 2005.</p>	<p>89%</p>
 2013	<p>Noleppa y von Witke, 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.</p>	<p>75%</p>
 2015	<p>Carter et al, 2015. De acuerdo con el autor un mínimo del 88% del incremento de la productividad en el caso del trigo debería asociarse a la obtención vegetal.</p>	<p>89%</p>
 2016	<p>Noleppa, 2016. Atendiendo a los resultados anteriores, en el estudio elaborado por HFFA en 2016 se consideró que un 80% del incremento del factor total de productividad del trigo a escala europea en los últimos años se debía a la obtención vegetal.</p>	<p>80%</p>
 2009	<p>El único estudio identificado relativo a España que hace mención a la aportación del sector obtentor hace referencia a unas cifras más reducidas. Según el IRTA, la introducción de nuevas variedades podría justificar más del 50% del aumento de los rendimientos que se han observado en los últimos 30 años en Cataluña.</p>	<p>50%</p>

Figura 36. Aportación del sector obtentor al incremento de productividad del trigo blando 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 entre el 50% y el 75% del aumento de los rendimientos de trigo blando (y por lo tanto de las toneladas producidas) en España en los últimos 30 años.** Así, a lo largo del informe se presentan dos escenarios:

1. **ESCENARIO 1 (CONSERVADOR):** toma como hipótesis la misma que el IRTA -único estudio disponible a nivel estatal- y considera que la innovación en semillas explica al menos el **50%** del aumento de rendimiento de trigo blando.
2. **ESCENARIO 2 (PROMEDIO EUROPEO):** toma como hipótesis la media de los estudios identificados, y considera que la innovación en semillas explica al menos el **75%** del aumento de rendimiento de trigo blando.

Para el cálculo de los impactos ambientales, sociales y económicos en este documento se han considerado los dos escenarios, uno de más conservador teniendo en cuenta el 50%, considerado en el estudio del IRTA (ESCENARIO 1), y otro del 75%, considerando el promedio europeo (ESCENARIO 2). Estos cálculos han sido contrastados por el Comité de Expertos y deberían ser revisados 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 semilla. No obstante, las innovaciones del sector obtentor (vistas en el apartado 3) buscan ir más allá, y tienen impactos ambientales, sociales y económicos en el cultivo de trigo, los procesos de transformación (en harina y posteriormente pan), el transporte, la distribución y el consumo de sus productos derivados.

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 trigo blando. 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 para posteriormente poder analizar si las mismas eran correctas o los datos evolutivos no lograban demostrarlo.

H

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

Figura 37. Ejemplo de hipótesis recogida en el documento.

Aportación del sector de la mejora vegetal en la cadena de valor del trigo blando



IMPACTO DE LA MEJORA VEGETAL (innovación en semilla)

Hipótesis (H): Δ 50-75% del rendimiento del trigo blando...

+ Otros impactos ambientales, sociales y económicos

impacto en producción

... El aumento de rendimiento del cultivo (y por lo tanto en las toneladas producidas), se transmiten e impactan a lo largo de la cadena...

+ Otros impactos ambientales, sociales y económicos, que se diluyen a lo largo de la cadena

impacto en transformación

impacto en distribución

impacto en consumidor

Impacto de la mejora vegetal

OTROS IMPACTOS (otras innovaciones en la cadena) – no son objeto de este estudio

- Uso de fertilizantes
- Uso de fitosanitarios
- Prácticas culturales (manejo del cultivo, riego, controles...)
- Uso de maquinaria

- Transformación y adición de otros componentes
- Uso de maquinaria

- Embalaje
- Condiciones de transporte

- Atractivo del embalaje
- Otros componentes del producto final

4.2. Impactos ambientales

a. Insumos del cultivo del trigo blando

En este apartado se analizan **los principales insumos utilizados para el cultivo del trigo blando**:

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

El consumo hídrico para el riego no se ha analizado debido a su leve impacto, al ser un cultivo producido en el 80% de las explotaciones en secano. Sin embargo, según la European Seed Association el valor de las cosechas obtenidas por metro cúbico de agua utilizada ha aumentado en un 19% en los cultivos de trigo.

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 (Cormier, 2016). Por ello, se estableció la siguiente hipótesis:

H

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

Según datos del Anuario de Estadística (MAPA), 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 **no se disponen 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 2010 a 2015 recogen datos sobre gasto de fertilizantes por hectárea en cultivos de trigo blando y semiduro para las comunidades autónomas de Andalucía, Aragón, Castilla y León, Castilla-la Mancha y Extremadura. Asimismo, los análisis de la economía de los sistemas de producción en Navarra recogen datos de gasto de fertilizantes por hectárea en dicha comunidad autónoma. 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 trigo blando, así como el uso de fertilizantes por 100 kg de trigo blando producido.

A partir de estos datos, se puede observar cómo el consumo de fertilizantes en las regiones estudiadas por ECREA tiene a aumentar ligeramente. En cambio, en Navarra el consumo de fertilizantes se mantiene estable (Figura 38).

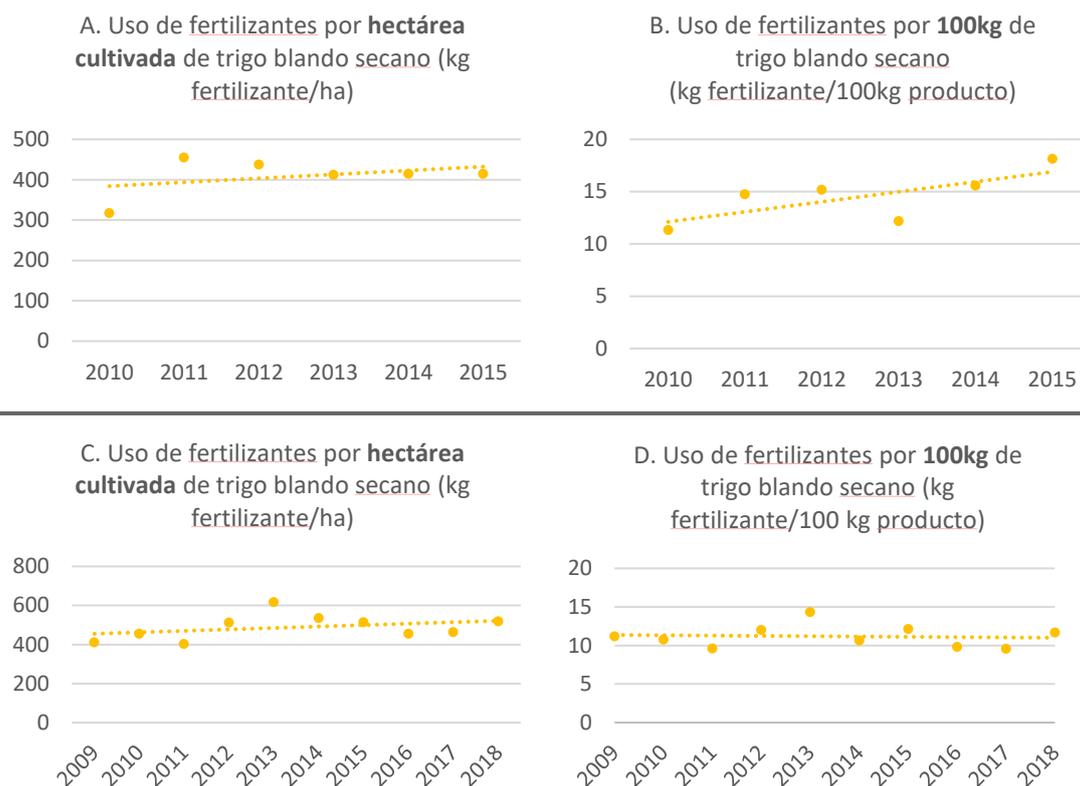


Figura 38. Uso de fertilizantes en el cultivo de trigo blando. A y B. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Aragón, CyL, C-LM y Extremadura) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores). C y D. Cálculos propios a partir del Análisis de la economía de los sistemas de producción Navarra y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores)

En este sentido, cabe destacar que el consumo de fertilizantes, además, se encuentra también influenciado por las condiciones económicas de los agricultores, además de las previsiones climáticas de la zona (Salim, Raza, 2019).



Según el Comité de Expertos, la aplicación de fertilizantes en el cultivo viene dada muchas veces por la **previsión climática** que tenga el agricultor y cómo esta influenciará en el cultivo. Si se espera que una cosecha dará buenos rendimientos, se invierte en fertilizantes para garantizar buenos resultados. Si debido a las condiciones climáticas, el cultivo no se desarrolla de forma óptima y se esperan bajos rendimientos, el agricultor decide no invertir en fertilizantes para reducir el margen de pérdidas que puede dar lugar el cultivo.



Los resultados de consumo de fertilizantes por kg producido de trigo blando en seco **no son concluyentes**, habiendo territorios donde se observan incrementos y otros donde el consumo por kg se ha estabilizado o reducido ligeramente.



En este contexto, el Comité de Expertos estuvo de acuerdo en asumir que el **uso de fertilizante no se ha visto afectado por la introducción de nuevas variedades vegetales**.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, 60% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo la disminución del uso de fertilizantes. En concreto esperan que seis tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y cuatro, 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 destacar 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) hace esperar una mayor demanda e incremento de precios de estos productos.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES



INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGRARIO



ii. Consumo de fitosanitarios

En el ámbito de los fitosanitarios cabe diferenciar tres tipos:

- **Herbicidas:** se usan para eliminar las malas hierbas en los campos de cultivo.



Según el Comité de Expertos, este input suele ser constante.

- **Fungicidas, bactericidas, insecticidas:** se usan para combatir las infecciones y plagas. El input dependerá de las condiciones del cultivo (si ha habido mucha humedad, por ejemplo, habrá más probabilidad de infecciones fúngicas, mientras que en épocas de sequía – como la vivida en 2012 – su uso será menor) 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 expuesto anteriormente, **uno de los principales ejes clave en la investigación en la mejora del trigo blando es la resistencia a enfermedades y plagas**. Por ello, en este apartado se partió de la hipótesis que la mejora varietal ha contribuido a disminuir su uso.

H

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

En este contexto, 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 2010 a 2015 recogen datos sobre gasto de fitosanitarios por hectárea en cultivos de trigo blando y semiduro para las comunidades autónomas de Andalucía, Aragón, Castilla y León, Castilla-la Mancha y

Extremadura. Asimismo, los análisis de la economía de los sistemas de producción en Navarra recogen datos de gasto de fertilizantes por hectárea en dicha comunidad autónoma. 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 (Anuario de estadística, MAPA), se ha hecho un cálculo del consumo aproximado de fitosanitarios por hectárea cultivada de trigo blando, así como el uso de fertilizantes por 100 kg de trigo blando producido (

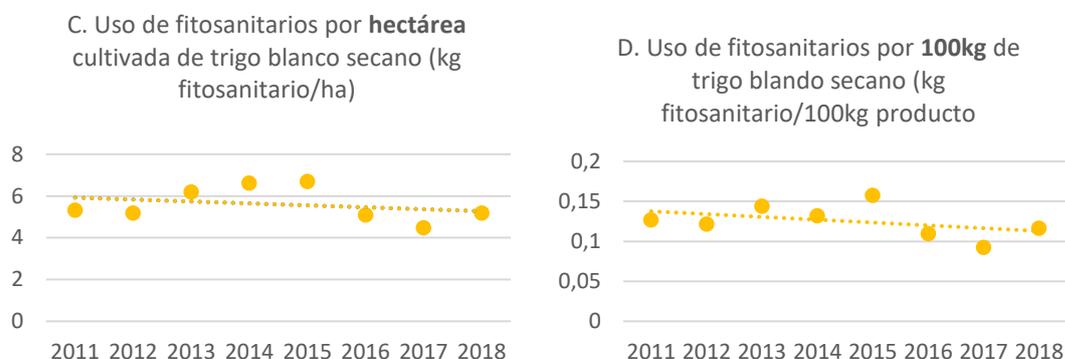


Figura 39). En este caso, los datos disponibles respecto al consumo de fitosanitarios permiten afirmar que se ha producido una reducción de su consumo (principalmente fungicidas), tanto por hectárea, como por kg de trigo blando producido en el periodo analizado.

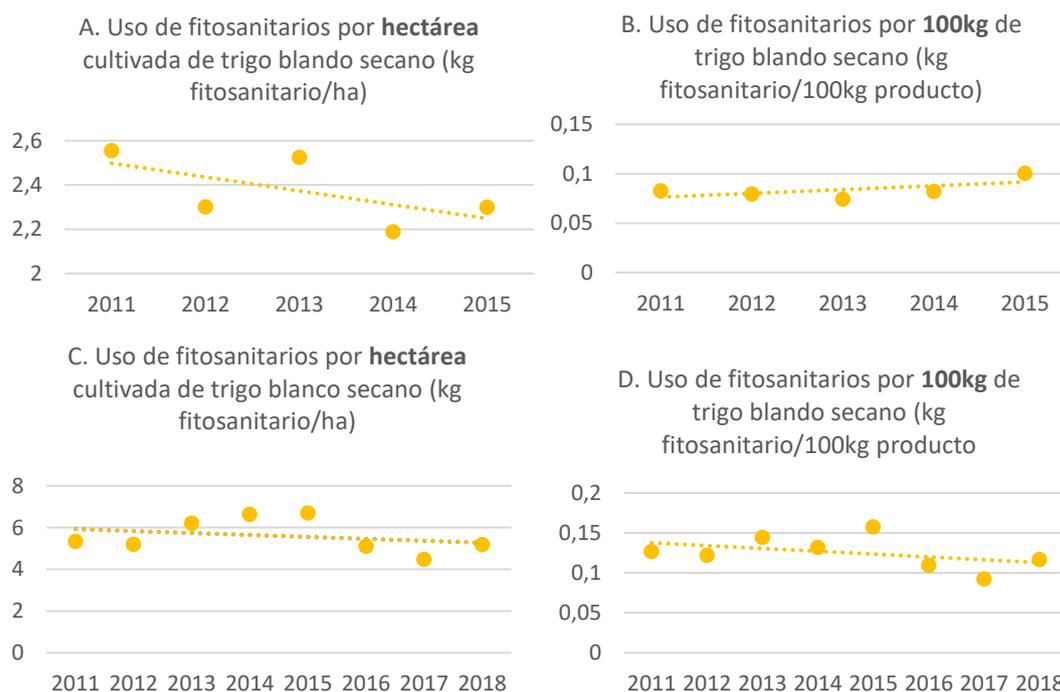


Figura 39. Uso de fitosanitarios en el cultivo de trigo blando. Fuente: A y B. Cálculos propios a partir de ECREA (Andalucía, Aragón, CyL, C-LM y Extremadura) y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores). C y D Análisis de la economía de los sistemas de producción Navarra y MAPA (fertilizantes: precios medios anuales pagados por los agricultores).



A partir de los datos disponibles se puede estimar que la actividad obtentora **permitió ahorrar la siguiente cantidad de fitosanitarios:**

656.144 kg según el ESCENARIO 1

984.216 kg según el ESCENARIO 2

entre 2011 y 2015 en el cultivo de trigo blando:

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 (I)

El **ahorro de fitosanitarios** durante el período comprendido entre 2011 y 2015, 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 hectárea de ECREA, debido a que toma como referencia comunidades autónomas representativas en el cultivo de trigo blando.
- Se considera que la tendencia de disminución de uso entre 2011 y 2015 (-6,24% anual) es atribuible a la mejora vegetal, en el porcentaje de aportación del sector obtentor a la mejora de productividad en el escenario considerado.

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

$$FSI = \sum_{i=2011}^{2015} (FS_i * SP_i) - (FST_i * SP_i)$$

$$FST_i = FS_i + (FS_i * 6,24\% * \%AP)$$

Donde:

- FSI = Fitosanitarios ahorrados entre 2011-2015 [kg]
- FS_i = Fitosanitarios usados en el año i [kg/ha] *Fuente: Cálculos propios a partir de ECREA y Anuario Estadística MAPA*
- FST_i = Fitosanitarios usados en el año i sin aportación del sector obtentor [kg/ha]
- SP_i = Superficie de cultivo de trigo blando en el año i [ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se consideran dos escenarios, el del 50% y el 75% de aportación del sector obtentor*

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 81% de las iniciativas de innovación del sector obtentor **tienen como objetivo incorporar resistencias a distintas plagas y enfermedades del trigo blando**. En concreto esperan que diez tengan un impacto alto o muy alto (4 o 5 sobre una escala de 1 a 5), y tres, menor, según datos obtenidos a través 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 las tendencias normativas europeas en la materia, orientadas a la progresiva limitación del uso de estos productos.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES



INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR AGRARIO



iii. Consumo de energía

Los cambios fenotípicos introducidos por la mejora vegetal en el trigo blando podrían estar relacionados con cambios en el consumo de energía para la producción del cultivo. Por ello se partió de la siguiente hipótesis:

H

La mejora vegetal del trigo blando, 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 fabricación del trigo blando. La información pública existente fue elaborada por el CIEMAT e IDAE en el año 2005 (Figura 40). Como se puede observar, el principal consumo energético en el sistema de producción agrícola del trigo blando está asociado a la **fabricación de los fertilizantes empleados en el cultivo**. Mientras que durante el proceso de mecanización del trigo blando los principales consumos energéticos del cultivo provienen de la **fase de cosecha del cereal**.

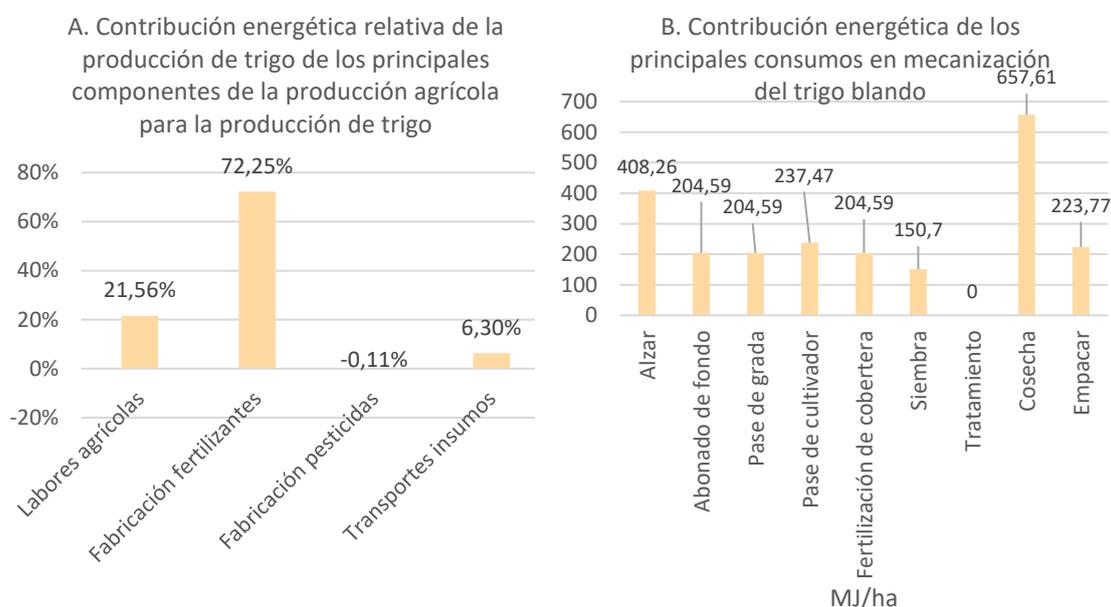


Figura 40. Consumo de energía en la producción de trigo. Fuente: CIEMAT-IDAIE, 2005



El Comité de Expertos estuvo de acuerdo que, ante la falta de datos evolutivos, sí podía afirmarse que, como mínimo, el consumo energético en los cultivos se ha mantenido constante desde 2005.

Considerando que el consumo energético por hectárea ha permanecido constante desde el año 2005 y que la productividad del cultivo de trigo blando se ha incrementado entre 2005 y 2018, gracias a la actividad del sector obtentor, **durante el periodo 2013-2018 el consumo de energía por kg de trigo producido fue un 8,8% inferior a la existente durante el periodo 2000-2005**.

A través de la siguiente metodología de cálculo se ha podido obtener la cantidad de energía adicional que hubiera sido necesario consumir durante el periodo 2013 y 2018.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (II)

La información respecto a la evolución de fertilizantes no es concluyente, por lo que se ha considerado que la misma ha permanecido en un mismo orden de magnitud desde el año 2005, de igual manera que el consumo energético asociado a la producción de fertilizantes. También, se ha considerado que el grado de mecanización de las labores apenas ha variado desde el año 2005.

Tipo de proceso	Consumo (MJ/ha)
Labores agrícolas	2.285
Fabricación de fertilizantes	6.177
Transportes / insumos	575
Consumo Energético Total	9.037

Fuente: Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte (2005), Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación y Ciencia, Centro de investigaciones energéticas, medioambientales y tecnológicas

A partir de aquí se ha calculado la **energía consumida por cada tonelada de trigo blando producido**, durante los períodos 2000-2005 y 2013-2018 en base a la productividad media de cada período:

$$ECT_p = \frac{CE}{PR_p}$$

Donde:

- ECT_p = Energía consumida por kg de trigo blando producido en el período 2000-2005 y en el período 2013-2018 [MJ/kg]
- CE = Consumo energético total, 9.037 MJ/ha. *Fuente: Tabla superior*
- PR_p = Promedio de la productividad durante el período 2000-2005 y 2013-2018 a partir de los datos de producción y superficie anual de trigo blando [kg/ha]. *Fuente: Anuario Estadística MAPA*

El **cálculo del ahorro energético durante el período 2013-2018** respecto al período 2000-2005 se obtiene a través del siguiente cálculo:

$$E_{AH} = (ECT_{2000-2005} - ECT_{2013-2018}) \times PPR_{2013-2018} \times \%AP$$

Donde:

- E AH = Energía ahorrada durante el período 2013-2018 en comparación al período 2000-2005 debido al incremento de productividad asociado al sector obtentor [MJ/período]
- ECT = Energía consumida por kg de trigo blando producido [MJ/t]
- PPR = Producción promedio en el período 2013-2018 [t] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se consideran dos escenarios, el del 50% y el 75% de aportación del sector obtentor*

El **porcentaje de variación en el consumo energético por kg de trigo producido** (%VCET), entre el período 2013-2018 y el período 2000-2005 se calcula de la siguiente forma:

$$\%VCET = \frac{(ECT_{2000-2005} - ECT_{2013-2018})}{ECT_{2000-2005}} \times 100$$



En caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor, para obtener la misma producción de trigo durante 2013 y 2018, hubiera sido necesario **la siguiente cantidad de energía adicional:**

3.878 millones de MJ según el escenario 1

5.817 millones de MJ según el escenario 2

Es decir, un consumo de energía adicional en promedio durante este periodo de:

776 millones de MJ/anales según el escenario 1

1.163 millones de MJ/anales según el escenario 2



Esto equivale al consumo anual efectuado por **21.700 hogares**¹⁷ según el escenario 1 y a **32.600 hogares** según el escenario 2.

Adicionalmente, las estimaciones anteriores hacen referencia al consumo energético adicional en ausencia de obtención vegetal en caso de que la producción de este trigo blando adicional se hubiera producido en España. Sin embargo, en ausencia de obtención, el escenario más probable es que **este trigo no hubiese sido generado en nuestro país**, sino que hubiera sido importado, por lo que a los consumos anteriores deben añadirse **los asociados al traslado de este trigo importado**.

El cálculo de la cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar durante el período comprendido entre 1990 y 2018, sin el impacto del sector obtentor, está detalla en el cuadro de “Metodología de cálculo (VII)” en la página 62.



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, hubiera sido necesario importar la siguiente cantidad de trigo, entre 1990 y 2018,

14,7 millones de toneladas según el escenario 1

22 millones de toneladas según el escenario 2

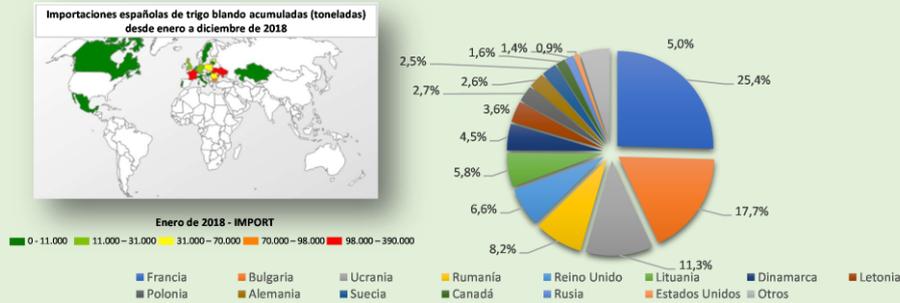
Esta importación adicional de trigo blando desde otros países hubiera tenido unos gastos energéticos adicionales principalmente asociados al consumo energético de los diferentes modos de transporte utilizados, según se explica en el recuadro siguiente de la metodología de cálculo III.

¹⁷ Se ha tenido en cuenta un consumo medio anual de un hogar de 35.672 MJ/hogar, según datos del IDAE en el informe *Consumos del Sector Residencial en España: Información básica* https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

METODOLOGIA DE CÁLCULO (III)

A partir del valor de la **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar** durante el período comprendido entre 1990 y 2018, calculado según el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)”, 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 615,4 MJ/t importada. Por lo que el cálculo del consumo energético total de la importación es el siguiente:

$$CETI = TBI \times CEP$$

Donde:

- CETI = Consumo energético total de la importación entre los años 1990-2018 [MJ]
- TBI = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar entre 1990-2018 [t] *Calculado en el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)”*
- CEP= Consumo energético promedio que tiene un valor de 615,4 MJ/tonelada importada



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

9.000 millones de MJ según el escenario 1
13.500 millones de MJ según el escenario 2

En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto un **consumo de energía promedio anual en el transporte de**
322 millones de MJ/anales en el escenario 1
483 millones de MJ/anales en el escenario 2



Esto equivale al consumo anual efectuado por **9.000 hogares** en el escenario 1 y **13.500 hogares** en el escenario 2.



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

1.100 millones de MJ/anales según el escenario 1
1.650 millones de MJ/anales según el escenario 2



En total esto equivale al consumo anual efectuado por **30.700 hogares** según el escenario 1 y **46.200 hogares** según el escenario 2.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, 43% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como **objetivo disminuir el uso de maquinaria para su cosecha y mejorar el manejo del cultivo**. En concreto esperan que dos tengan un impacto alto o muy alto y cinco un impacto menor, según datos obtenidos a través 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**.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



A continuación, se muestra la metodología utilizada para el cálculo del consumo energético de la importación entre los años 1990-2018.

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 2005, se ha realizado una aproximación similar a la elaborada para el consumo energético. En particular, este informe considera la siguiente hipótesis:

H

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

METODOLOGIA DE CÁLCULO (IV)

Para el cálculo de las **emisiones de gases de efecto invernadero se dispone de las emisiones de CO₂ equivalentes** de los principales manejos y tareas en el cultivo del trigo blando:

Tipo de proceso	Emisiones CO ₂ por hectárea (kg CO ₂ /ha)*	Emisiones CO ₂ por tonelada de trigo producida (t CO ₂ /t trigo)**
Operaciones cultivo	181,1	39,4
Mantenimiento maquinaria	56,1	4,7
Semillas	180,8	38,5
Fitosanitarios	39,7	18,9
Fertilizante	9.037	151,9
Total	1.165	253,4

* Según datos del estudio "Mejora de la sostenibilidad ambiental y económica de la producción de trigo en España" del grupo operativo Innovatrigo (2020)

** Considerando una productividad del trigo blando en 2020 de 4.598 kg/ha. Dato procedente del mismo estudio que en el caso anterior.

Por lo tanto, **las emisiones de CO₂ derivadas de la producción del trigo blando en 2020 son de 253,4 t CO₂/t de trigo producido (ETCSO)**. Para el cálculo de este mismo valor en el caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, se ha tenido en cuenta el **porcentaje de variación en el consumo energético por kg de trigo producido (%VCET)** calculado en el recuadro de la "Metodología de cálculo (II)", **¡Error! Marcador no definido.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

$$ETSSO = \frac{ETCSO}{(1 + \%VCET)}$$

Donde:

- ETSSO = Emisiones de CO₂ por kg de trigo producido sin el sector obtentor [tCO₂/t trigo]
- ETCSO = Emisiones de CO₂ por kg de trigo producido con el sector obtentor, 253,4 tCO₂/t trigo *Según datos tabla superior*
- %VCET = Porcentaje de variación en el consumo energético por kg de trigo producido [%] *Según la explicación del recuadro de la "Metodología de cálculo (II)", ¡Error! Marcador no definido..*

De modo que a partir de la **diferencia entre emisiones de CO₂ por kg de trigo producido con y sin las innovaciones del sector obtentor y de la producción** de trigo blando se puede obtener el ahorro promedio anual de la siguiente manera:

$$AH\ CO_2 = (PPR \times \%AP) \times (ETSSO - ETCSO)$$

Donde:

- AH CO₂ = Ahorro promedio anual de emisiones de CO₂ debido a las innovaciones del sector obtentor [tCO₂/año]
- PPR = Producción promedio en el período 2013-2018 [t] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se*



En caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor, para obtener la misma producción de trigo durante el periodo 2005-2018, hubiera sido necesario emitir **la siguiente cantidad de toneladas de CO₂ adicionales:**

360.000 toneladas de CO₂ según el escenario 1

540.000 toneladas de CO₂ según el escenario 2

Es decir, unas emisiones promedio anuales de

71.900 toneladas de CO₂ según el escenario 1

107.900 toneladas de CO₂ según el escenario 2



Esto equivale a las emisiones anuales de **42.400 coches**¹⁷ en el escenario 1 y a **63.600 coches** en el escenario 2

Adicionalmente, las estimaciones anteriores hacen referencia a las emisiones adicionales en ausencia de obtención en caso de que la producción de este trigo adicional se hubiera producido en España. Pero en ausencia de obtención, el escenario más probable es que **este trigo no hubiese sido generado en nuestro país, sino que hubiera sido importado**, por lo que a las emisiones anteriores deben añadirse las asociadas al traslado de este trigo importado.



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, **hubiera sido necesario importar, entre 2005 y 2018, 10 millones de toneladas de trigo**, con unas emisiones de **473.200 t de CO₂eq adicionales** en el escenario 1

15 millones de toneladas de trigo, con unas emisiones de **709.800 t de CO₂eq adicionales** en el escenario 2

En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto unas **emisiones adicionales promedio anuales asociadas al transporte de**

24.700 t de CO₂eq/año en el escenario 1

37.100 t de CO₂eq/año en el escenario 2.



Esto equivale a las emisiones anuales de **14.600 coches** en el escenario 1 y a **21.900 coches** en el escenario 2.



Por lo tanto, el **ahorro de emisiones total** correspondiente a la suma de los **ahorros de emisiones en la producción, y en la importación** de trigo blando que hubiera sido necesario obtener en caso de no haberse producido el incremento de productividad asociado al sector obtentor **es de:**

96.600 t de CO₂eq/año en el escenario 1

145.000 t de CO₂eq/año en el escenario 2



En total esto equivale a las emisiones anuales de **57.000 coches** en el escenario 1 y a **85.500 coches** en el escenario 2.

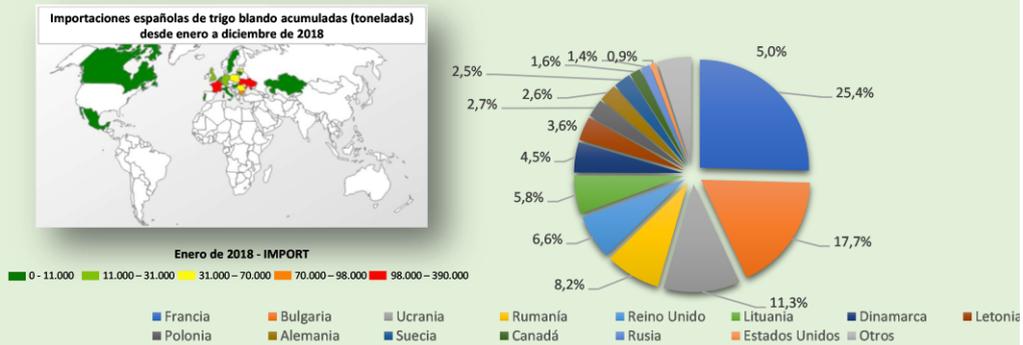
¹⁸ Para el cálculo del promedio de emisiones de un coche se han tenido en consideración:

- Los "km medios recorridos al año por los vehículos para uso personal (km/año)" del INE
- Y las "emisiones medias anuales de un coche (kg CO₂/año)" del IDAE

METODOLOGIA DE CÁLCULO (V)

A partir del valor de la **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar** durante el período comprendido entre 1990 y 2018, calculado según el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)” en la página 62, se estima las emisiones de CO2 adicionales asociadas a esta importación **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.



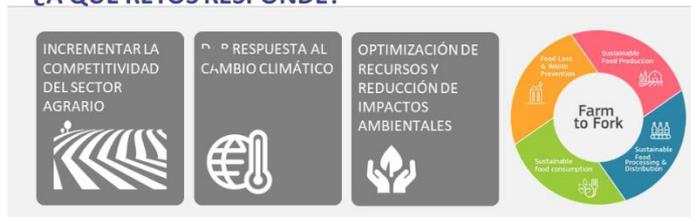
Estos cálculos han permitido **obtener las emisiones de CO2 promedio por tonelada debido al transporte (ECO2P)**, que son de 47,2 kg CO2/t importada. Por lo que el cálculo de las emisiones totales de la importación es el siguiente:

$$ETI = TBI \times ECO2P$$

Donde:

- ETI = Emisiones de CO2 totales de la importación entre los años 2005-2018 [€]
- TBI = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar entre 2005-2018 [t] *Calculado en el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)” en la página 62*
- ECO2P = Emisiones de CO2 promedio, que tiene un valor de 47,2 kg CO2/tonelada importada

¿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:

H

La mejora vegetal del trigo blando 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 trigo blando 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 cuadro de “Metodología de cálculo (VI)” en la página 62.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (VI)

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 y la productividad teórica sin tener en c:

- 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:

$$SPI = \sum_{i=1990}^{2018} \frac{(PR_i - PR_{1990}) \times SP_i \times \%AP}{PR_i - (PR_i - PR_{1990}) \times \%AP} = \frac{TBi}{PRii}$$

Donde:

- SPI = Superficie adicional de trigo blando que hubiera sido necesaria cultivar entre 1990 y 2018
- TBi = Producción de Trigo Blando adicional gracias a la mejora en el año *i* [t] *Calculado en el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)” en la página 62*
- PRii = Productividad año *i* sin la aportación de la mejora vegetal [t/ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- PRi = Productividad año *i* [t/ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- SPi = Superficie de cultivo de trigo blando en el año *i* [ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se consideran dos escenarios, el del 50% y el 75% de aportación del sector obtentor*



Si los incrementos de rendimiento gracias a la mejora desde 1990 no se hubieran producido, (Figura 41) para obtener la producción obtenida anualmente de trigo blando se hubiera necesitado una media anual de

186.100 ha más en el escenario 1

335.600 ha más en el escenario 2

El equivalente a **266.000 campos de fútbol** en el escenario 1 y **480.000** en el escenario 2.

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.

Superficie dedicada al cultivo de trigo blando en España

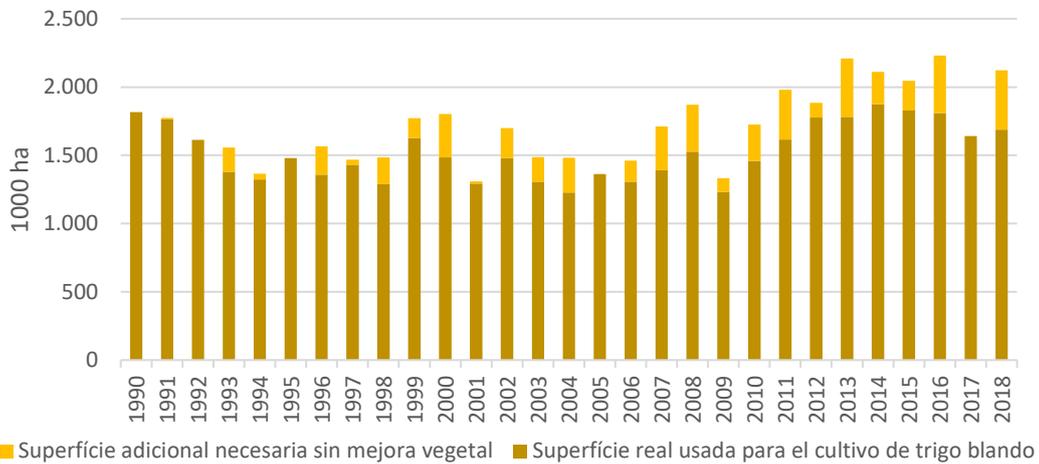


Figura 41. Superficie dedicada al cultivo de trigo blando en España entre 1990 y 2018. Cálculos propios a partir de datos del anuario de estadística (MAPA).

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



4.3. Impactos económicos

a. Incremento de las toneladas de trigo blando producidas

El incremento de la productividad del cereal que ha aportado el sector obtentor en los últimos años ha supuesto **un incremento de las toneladas de trigo producidas**. Teniendo en cuenta los incrementos de producción derivados de las mejoras en el sector obtentor y **los dos escenarios contemplados en el apartado 4.1**, se estima que la mejora vegetal ha permitido obtener...



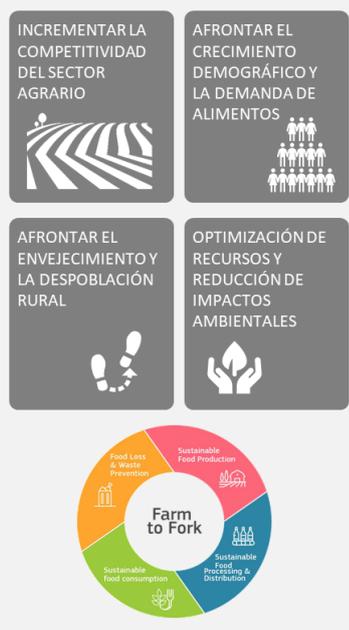
Figura 42. Impactos en el eslabón de producción en el escenario conservador y el del promedio europeo en toneladas de trigo blando entre los años 1990 y 2018 y anual.



Según los dos escenarios contemplados, se asume que...

- **ESCENARIO 1 (CONSERVADOR) – 50%:** la producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 ha sido de **14,7 millones de toneladas**, un **11,5%** de la producción en este periodo. En este sentido, la aportación anual sería de 523.776 toneladas de trigo adicionales gracias a la mejora vegetal.
- **ESCENARIO 2 (PROMEDIO EUROPEO) – 75%:** la producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 ha sido de **22 millones de toneladas**, un **17,2%** de la producción en este periodo. En este sentido, la aportación anual sería de 785.664 toneladas de trigo adicionales gracias a la mejora vegetal.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



METODOLOGIA DE CÁLCULO (VII)

La **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar** 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 **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar** es el siguiente:

$$TBI = \sum_{i=1990}^{2018} [(PR_i - PR_{1990}) \times SP_i] \times \%AP$$

Donde:

- TBI = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar entre 1990-2018 [t]
- PR_i = Productividad año *i* [t/ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- SP_i = Superficie de cultivo de trigo blando en el año *i* [ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se consideran dos escenarios, el del 50% y el 75% de aportación del sector obtentor*

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

El incremento de la productividad y de la calidad del cereal 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 las mejoras en el sector obtentor y los dos escenarios contemplados en el apartado 4.1, se estima que la mejora vegetal ha permitido:



Figura 43. Impactos en el eslabón de producción en los ingresos de los agricultores en el escenario conservador y el de promedio europeo entre los años 1990 y 2018 y anual



Según los dos escenarios en este informe, se asume que...

- **ESCENARIO 1 (CONSERVADOR) – 50%:** El incremento de la producción asociado a la actividad del sector obtentor ha permitido **augmentar los ingresos de los agricultores entre 1990 y 2018 en 2.617,5 millones de euros, un 11,3% de sus ingresos de este periodo.** Esto supone una aportación a los **ingresos anuales en promedio de 93,5 millones de euros/año**, siendo más elevada en los últimos años del periodo.
- **ESCENARIO 2 (PROMEDIO EUROPEO) – 75%:** El incremento de la producción asociado a la actividad del sector obtentor ha permitido **augmentar los ingresos de los agricultores entre 1990 y 2018 en 3.926 millones de euros, un 17% de sus ingresos de este periodo.** Esto supone una aportación a los **ingresos anuales en promedio de 140,2 millones de euros/año**, siendo más elevada en los últimos años del periodo.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



METODOLOGIA DE CÁLCULO (VIII)

Para el **cálculo del incremento de los ingresos de los agricultores durante el período comprendido entre 1990 y 2018**, debido al impacto del sector obtentor, se han considerado 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 incremento de los ingresos de los agricultores atribuibles a la mejora vegetal entre 1990 y 2018 se calcula en base a **(1) el valor a precios básicos por tonelada** de trigo blando producida y a **(2) la producción atribuible a la mejora vegetal**:

- El cálculo del valor a **precios básicos por tonelada** de trigo blando 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*

- El cálculo de la producción atribuible a la mejora vegetal se calcula en base a la **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar** sin las innovaciones del sector obtentor:

$$TBI_i = (PR_i - PR_{1990}) \times SP_i$$

Donde:

- TBI_i = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar en el año *i* [t]
- PR_i = Productividad del año *i* [t/ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*
- SP_i = Superficie de cultivo de trigo blando en el año *i* [ha] *Fuente: Anuario Estadística MAPA*

De modo que los **ingresos atribuibles a la mejora vegetal entre los años 1990 y 2018** se calcula de siguiente modo:

$$IIA = \sum_{i=1990}^{2018} [PBT_i \times TBI_i] \times \%AP$$

Donde:

- IIA = Incremento de los ingresos de los agricultores atribuibles a la mejora vegetal [€]
- PBT_i = Valores a precios básicos por tonelada producida en el año *i* [€/t]
- TBI_i = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar en el año *i* [t]
- %AP = Porcentaje de aportación del sector obtentor (en función del escenario) [%] *Se consideran dos escenarios, el del 50% y el 75% de aportación del sector obtentor*

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 del añadido bruto en el escenario 1 y 2.



La actividad obtentora **ha permitido incrementar el VAB total** durante el periodo comprendido entre 1990 y 2018 en
3.625 millones de euros según el escenario 1
5.437 millones de euros según el escenario 2

Lo que supone una aportación al VAB total anual en promedio de
129 millones de euros/año según el escenario 1
194 millones de euros/año según el escenario 2

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

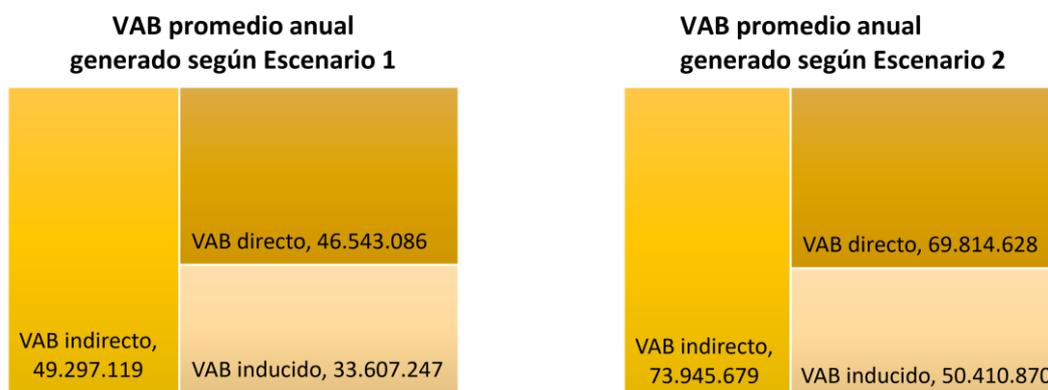


Figura 44. Valor Añadido Bruto durante el período 1990 y 2018 y anual generado por la actividad obtentora según escenario 1 y 2

METODOLOGIA DE CÁLCULO (X)

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

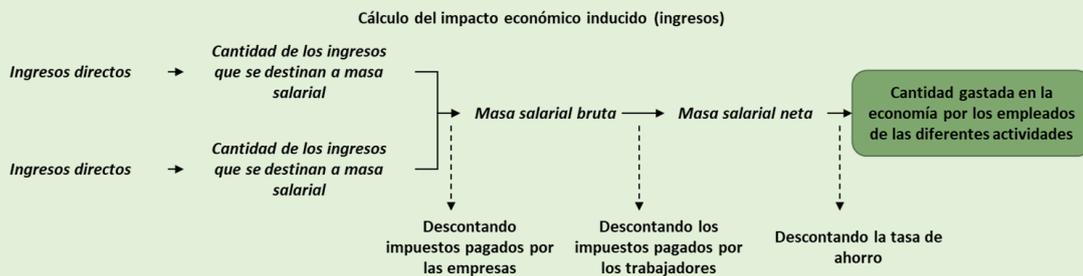
$$\text{VAB directo} = \text{Factor multiplicador de la producción del VAB} + \text{Incremento de ingresos}$$

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.

$$\text{Incremento de ingresos} + \text{Factor multiplicador sectorial del VAB} = \text{VAB directo + indirecto}$$

$$\text{VAB indirecto} = \text{VAB directo + indirecto} - \text{VAB directo}$$

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

$$\text{VAB total} = \text{VAB directo} + \text{VAB indirecto} + \text{VAB inducido}$$

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**.

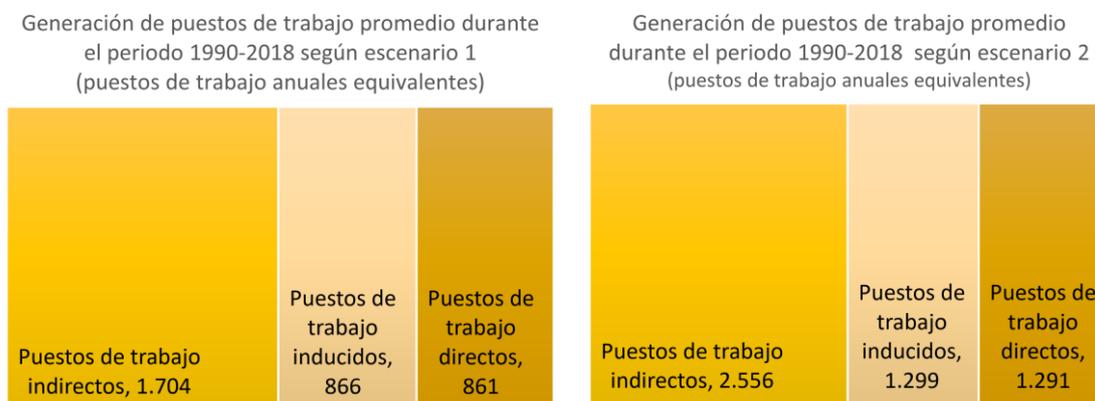


Figura 45. Puestos de trabajo anuales promedio durante el periodo 1990-2018 generados por la actividad obtentora según escenario 1 y 2

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XI)

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, **durante el periodo 1990-2018** se han generado los siguientes puestos de trabajo anuales equivalentes:

3.431 puestos de trabajo según escenario 1

5.146 puestos de trabajo según escenario 2

A pesar de que el número de puestos creados puede parecer moderados, **el impacto económico social es importante si se tiene en cuenta las zonas rurales en las que se han creado**.

En este sentido, Castilla y León es la CC.AA. con mayor superficie de cultivo de trigo blando en España (52% en 2018), seguida de Castilla-la Mancha (14%) y Aragón (9%) y, en consecuencia, son 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 entre las Comunidades Autónomas de Aragón, Castilla y León y Castilla – La Mancha sumaron 149.700 ocupados en la agricultura. En este aspecto, los puestos de trabajo equivalentes generados **gracias a la aportación del sector obtentor al trigo blando sería de un 2% según el escenario 1 y de un 3% según el escenario 2.**

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 del subsector del cereal, 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 el ámbito del cereal.

A continuación, se destacan algunas de ellas.

Iniciativas de apoyo del sector primario y al medio rural



Talento joven rural

Inculcar los valores de la profesión en el sector de la agricultura entre los estudiantes de bachillerato en el medio rural



Cruz Roja Responde

Donación a la iniciativa de Cruz Roja para ayuda en zonas rurales tras la pandemia del Covid'19



Grupo Operativo TRIDURAND

Puesta en valor de la producción de variedades de trigo duro de alta calidad en Andalucía



Defensa de la agricultura

Promoción de una regulación de los mercados agrícolas a nivel mundial, para defender a todos los agricultores y a todos los tipos de agricultura del mundo

Donaciones



Huerto solidario

Superficie de 10.000 m² de cultivo para sembrar y cosechar alimentos de primera necesidad y de alto valor nutritivo que serán



Donación a BAOBAB

envasados y entregados a Cáritas para que lo distribuyan allá donde haga más falta.

Colaboración con ONG en Mozambique mediante la donación de material informático y escolar para Escuela Social Agraria.



Donación al Banco de Alimentos de Medina Azahara

Colaboración económica para atender los fines asistenciales de la asociación por motivo de la actual situación de emergencia sanitaria



Donación a la Fundación Aspros

Campaña solidaria "Plantamos Futuro", en la cual se regalan semillas a las personas o empresas que realicen una donación a la Fundación. Con esta iniciativa solidaria se quiere ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad intelectual

Otras iniciativas



Energía Verde

Firma de contratos de consumo de energía eléctrica solo proveniente de fuentes Renovables



Manifiesto ECODES COEPLAN

Adhesión al grupo de Empresas por la regeneración del modelo económico

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

La industria de transformación de trigo en harina **engloba a un total de 110 fábricas** harineras. El sector transforma anualmente **4,2 millones de toneladas de trigo blando** y cuenta con una facturación aproximada de **1.400 millones de euros**, lo que representa el 2% del total de la industria alimentaria (AFHSE, 2018).

Las empresas que lo integran se caracterizan por su reducida dimensión -en su mayoría son pequeñas **y medianas empresas de carácter familiar** en segunda, tercera y hasta cuarta generación – y por su falta de integración vertical con el sector primario o con la industria alimentaria de segunda transformación.

Según datos de la Asociación de Fabricantes de Harinas y Sémolas de España (AFHSE), el sector genera **2.500 empleos directos estables**, y cuenta con una media de 20 empleados por centro de producción. La ubicación de esta industria (80% de las empresas se ubican a proximidad de zonas cerealistas) ha repercutido tradicionalmente de manera positiva en la creación de empleo y la dinamización de la actividad económica del medio rural. Castilla León es la comunidad autónoma con un mayor número de empresas harineras, al concentrar dos de cada diez empresas del territorio nacional.

El sector cuenta con una dimensión relativamente reducida, en comparación con el resto de la cadena (que cuenta con decenas de miles de agentes implicados y volúmenes de facturación notablemente más elevados), considerándose el principal “cuello de botella” de la misma. No obstante, la industria harinera constituye la base insustituible sobre la que asientan otros sectores alimentarios de segunda transformación, con un alto impacto social y económico (12% del gasto alimentario de los españoles).



Figura 46. Radiografía del sector de la transformación del trigo. Fuente: Análisis de la demanda de trigo blando de la industria harinera, (AFHSE, 2018)



Este apartado analiza el impacto de las innovaciones en mejora vegetal en la industria harinera. No obstante, conviene recalcar que el grado de contribución de la mejora vegetal en este eslabón resulta difícil de separar, debido a tres factores:

- Las **importantes inversiones tecnológicas efectuadas** en los últimos 25 años por la industria han tenido afectaciones significativas en el aumento de la producción y el rendimiento de la harina.
- La harina es un **producto transformado**, que en numerosas ocasiones mezcla distintas variedades de trigo y que puede recurrir al empleo de mejorantes/enzimas como medio auxiliar para conseguir la homogeneidad deseada por sus clientes. Ello impacta directamente en la calidad de esta.
- Aproximadamente un 50% del trigo **blando que moldura la industria harinera proviene del exterior** (estimación realizada por los miembros del Comité técnico especializados en el primer eslabón de transformación del trigo blando).¹⁷

Teniendo en cuenta estos matices, **el presente apartado identifica distintas hipótesis de impacto en la industria harinera derivadas de la innovación del sector obtentor, así como el impacto que ha tenido para el sector harinero los aumentos de rendimiento percibidos en la producción de trigo según el escenario conservador (escenario 1) y según el escenario de la media europea (escenario 2) identificado en el apartado 4.1.**

De igual manera que en el apartado anterior de la fase de producción, para cada impacto analizado que aporta el sector obtentor en la fase de transformación, se destacan los principales retos que da mayor respuesta de la Estrategia europea “de la granja a la mesa”

5.1. Impactos ambientales

a. Consumo de energía en la industria harinera

El sector obtentor lleva trabajando desde hace años en distintas iniciativas para **mejorar la adaptación del grano de trigo** a los procesos productivos de la industria harinera.

En este sentido, los principales cambios fenotípicos observados en las variedades de trigo blando actuales (vistos en el apartado 3.1), como la reducción del tamaño de la planta de trigo y el aumento de granos por espiga, **podrían contribuir a la reducción del consumo energético en el sector harinero**, por lo que en el marco de los trabajos se ha buscado contrastar si la siguiente hipótesis es válida.

H

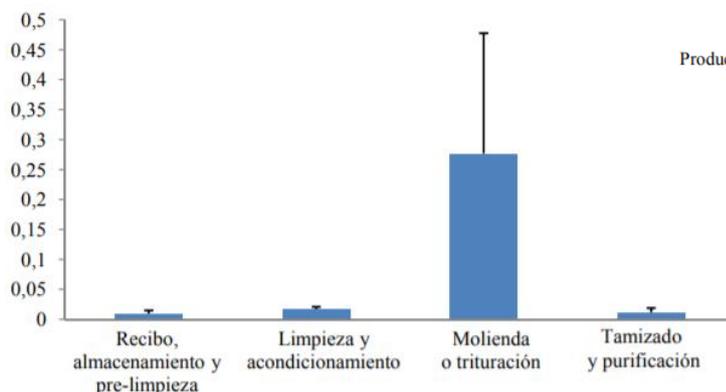
La mejora vegetal del trigo blando, y en particular sus fenotipos, han contribuido a la disminución del consumo energético de la industria harinera.

El sector harinero ha experimentado **en los últimos años un proceso de modernización**. Según datos de la Asociación de Fabricantes de Harinas y Sémolas en España (AFHSE), el proceso de

consolidación sectorial de las empresas harineras (cuyo número se ha reducido en un 90% desde los años 70) se ha traducido no únicamente en el cierre de un elevado número de industrias, sino en **importantes inversiones en aras a automatizar gran parte de sus procesos y mejorar en términos de eficiencia.**

El consumo energético en la industria harinera tiene un impacto relativamente reducido en relación con otras partes de la cadena, representando a penas el 2% del consumo total de energía. A pesar de la falta de estudios con datos representativos del sector, algunos datos específicos (Sirotiuk, Viggliuzzo, 2013) han permitido determinar que **el proceso de mayor consumo energético es el de molturación, representando aproximadamente un 87% del consumo energético.** Este proceso tritura, raspa y comprime los granos de trigo, reduciéndolos a partículas de diversos tamaños y separando al mismo tiempo el salvado (capas externas) de la almendra harinosa (endospermo).

Consumo de energía promedio (MJ Kg de pan) en cada uno de los procesos incluidos en la producción de harina de trigo



Participación relativa de cada parte de la cadena a la demanda total de energía

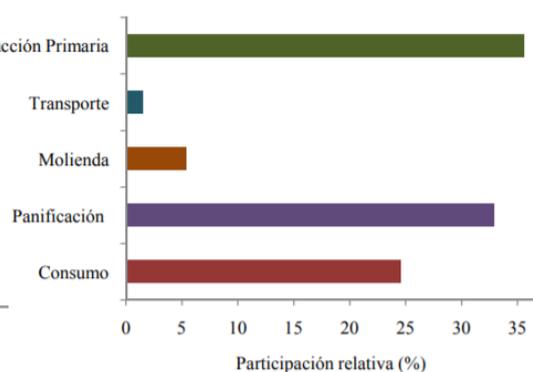


Figura 47. Consumo de energía promedio en los procesos de producción de la harina y participación relativa de cada parte de la cadena a la demanda total de energía (P. Valero, 2013)

No obstante, la información existente respecto al consumo energético en el proceso harinero no permite confirmar que la mejora vegetal de trigo blando haya contribuido a su disminución.



La falta de datos evolutivos del consumo energético de la industria harinera, y de estudios comparativos entre variedades tradicionales y mejoradas, **no permite obtener conclusiones significativas ni confirmar la hipótesis que la mejora vegetal haya contribuido a su reducción.** Por este motivo, se recomienda la realización de mayores análisis a futuro, que puedan corroborar la correlación entre las mejoras fenotípicas de las nuevas variedades y el consumo de energía en el sector harinero.



En este contexto, el Comité de Expertos estuvo de acuerdo en asumir que si bien el tiempo y la humedad durante el acondicionamiento o el ajuste de los molinos -que provocan una mayor o menor degradación del almidón- son importantes, **la variedad de trigo empleada en la fabricación y las diferencias en su composición (tamaño del grano, dureza, etc.), también pueden tener efectos -aunque menores- en el consumo energético de la industria harinera.**

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Actualmente, el 56% de las iniciativas de innovación del sector obtentor tienen como objetivo una **mejor adaptación a los procesos productivos en la transformación del trigo**. En concreto esperan que 5 tengan un impacto alto o muy alto, y 4 menor.

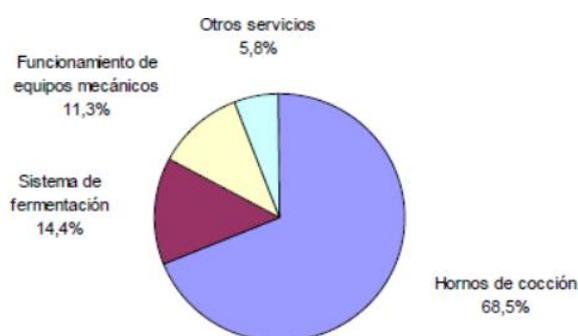
Teniendo en cuenta que el tiempo medio de tener resultados en una innovación es de 10 años, se espera que a futuro la mejora en la obtención ayude a una reducción de los consumos energéticos en el procesado.

b. Consumo de energía en la industria panadera

El consumo energético en la industria panadera tiene un impacto significativo si se compara con otras partes de la cadena. A pesar de la falta de estudios representativos del sector, algunos estudios concretos han llegado a determinar que **representa aproximadamente una tercera parte del consumo total de energía del conjunto de la cadena**.

Según los únicos datos públicos disponibles en España (del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)), el consumo energético en la industria panadera habría aumentado en la década 1995-2005. Para años posteriores, no existen datos disponibles sobre su evolución. Según la misma fuente, aproximadamente el 70% del consumo lo causarían los hornos de cocción (eléctricos, o de gas natural).

Principales puntos de consumo energético en la industria de 2ª transformación.



Evolución del consumo de energía de la industria panadera y pastelera (1995-2005).

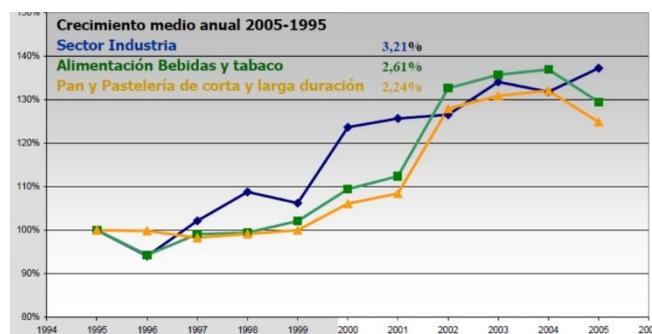


Figura 48. Principales puntos de consumo energético en la 2ª transformación y evolución del consumo de energía de la industria panadera y pastelera (IDAE, 2006)

Debido a la falta de datos evolutivos recientes y que no se conoce que la mejora vegetal incida especialmente en el proceso de cocción, **no se ha podido establecer ninguna relación entre la I+D+i del sector obtentor y el consumo de energía en la segunda transformación**.

5.2. Impactos socioeconómicos

a. Producción de harina

i. Cantidad producida de harina

La producción de harina de trigo blando se incrementó desde el año 1995 desde en torno a 2,5 millones de toneladas a 3,6 millones de toneladas el año 2019. Esto supone un **incremento en términos de producción de un 44% en los últimos 24 años**.

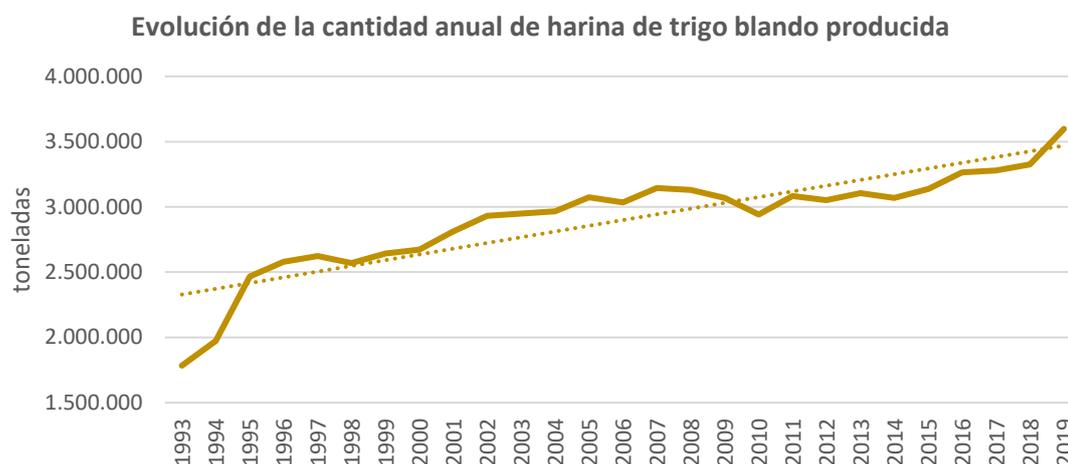


Figura 49. Evolución de la cantidad anual de harina de trigo blando producida entre 1993 y 2019 (INE Encuesta industrial anual de productos, 2020)

Según fuentes del sector, el incremento de producción apreciado en la industria harinera en los últimos años se ha debido principalmente a un uso más eficiente de las instalaciones en activo. En el marco de este informe se ha considerado la hipótesis de que el sector obtentor ha contribuido, en alguna medida, a este aumento de producción.

H

La mejora vegetal del trigo blando ha contribuido al aumento de la producción de harina y, por ende, a mejorar el rendimiento de la industria harinera.

Para poder verificar esta hipótesis, resulta necesario entender el impacto de la internacionalización, y en particular, del comercio exterior. Por ello, a continuación, se aportan algunos datos sobre el abastecimiento de la industria harinera y el destino de la producción de harina.

Respecto al abastecimiento de la industria harinera:



Según el Comité Técnico reunido en el marco de este trabajo **aproximadamente un 50% del trigo blando que moltura la industria harinera proviene del exterior**.

La industria considera el trigo una *commodity*. La decisión de la industria harinera sobre el mercado de abastecimiento (español o exterior) obedece al análisis de múltiples factores, entre los que priman:

- La calidad de la materia prima.
- La estabilidad en la contratación (posibilidad de formalizar contratos a doce meses) y la homogeneidad de los lotes adquiridos.
- El déficit comercial español en cereales (y en particular en trigo).
- La dificultad de asegurar suministros homogéneos de miles de toneladas con proveedores locales.

Por este motivo, el Comité Técnico de este proyecto coincide en que es difícil pensar que las mejoras derivadas del sector obtentor puedan tener un impacto en el incremento de la producción de harina de los últimos años. Sin embargo, sí confirmó que el incremento del rendimiento y la producción del trigo tiene un impacto directo en la transformación y en el incremento de producción de la harina.

Respecto al destino de la producción de harina:

El destino de esta producción de harina es, principalmente, el mercado interior, si bien el sector tiene en su conjunto un excedente con el que abastece al mercado exterior. En este sentido, a pesar de que España es un país con un déficit estructural en producción de trigo blando, la harina que se produce de dicho cereal ha constituido tradicionalmente el primer producto exportable del sector.

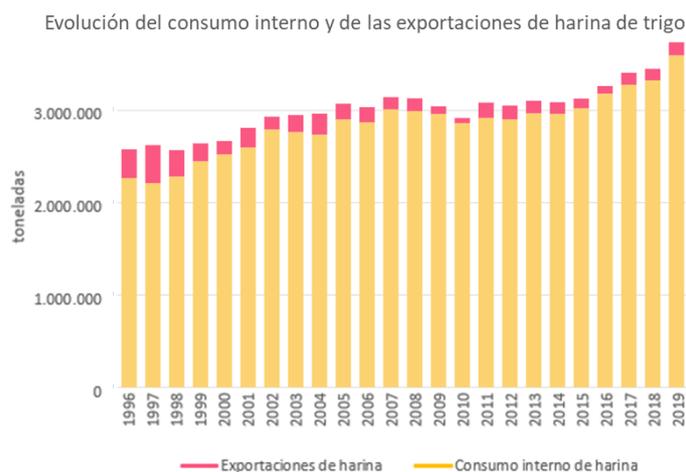


Figura 50. Evolución del consumo interno y de las exportaciones de harina de trigo entre 1996 y 2019 (INE 2020)

Los datos del INE arrojan un **aumento sostenido del consumo total de harina en España** durante los últimos veinte años, a pesar de registrar un ligero retroceso del consumo coincidiendo con el inicio de la crisis económica (2008-2010).

Respecto al volumen de exportaciones, se aprecia una **contracción de las exportaciones de harina**, pasando de representar en torno al 6-7% de la producción total a finales de la década de los noventa, a un 4% de la producción en 2019. Esta tendencia también ha afectado al resto de países de la UE que, en las últimas décadas, han visto **decrecer sus exportaciones debido a la instalación de nueva capacidad productiva en países en vías de desarrollo**, que sustituyen importaciones de harina por compras de trigo blando.



El incremento del rendimiento y la producción del trigo en España tiene un impacto directo en la transformación y en el incremento de producción de la harina.

En este sentido, si no hubiera podido incrementarse la producción de trigo blando gracias al sector obtentor (cuantificada en el apartado 4), **estas cantidades hubieran tenido que importarse**, con el sobrecoste que ello hubiera supuesto para el sector harinero¹⁹. Por ello, se realizan las siguientes hipótesis:



En caso de no haberse implantado las innovaciones desarrolladas por el sector obtentor, **hubiera sido necesario importar, entre 1990 y 2018, 14,7 millones de toneladas de trigo, con un coste de 267 millones de euros según el Escenario 1**
77 millones de toneladas de trigo, con un coste de 400 millones de euros según el Escenario 2

En promedio, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para el sector harinero **un sobrecoste anual asociado al transporte de trigo de 9,4 millones de euros según el Escenario 1**
14,2 millones de euros según el Escenario 2

Asimismo, debe considerarse que los costes indicados serían los mínimos que se hubieran producido, dado que se han calculado considerando que la actividad obtentora no se hubiera producido en España, pero sí en el resto del mundo. En caso de considerarse la ausencia de actividad obtentora a nivel global, **el sobrecoste hubiera sido más elevado o, directamente, no hubiera podido satisfacerse la totalidad de la demanda** mediante importación.

La mejora vegetal del trigo blando tiene **efectos a nivel global, que trascienden en la cadena de valor del trigo**. La falta de investigación, desarrollo e innovación del sector obtentor hubiera tenido distintos impactos:

- La productividad de trigo blando en el resto del mundo hubiera sido más baja, lo que habría impactado tanto en la **cantidad de trigo 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 trigo blando 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 trigo blando** en el mundo.
- En cualquiera de los dos casos, los costes por kg producido habrían sido más elevados que los actuales y por lo tanto también su adquisición en mercados internacionales.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?

INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR TRANSFORMADOR



CONTENCIÓN DE PRECIOS



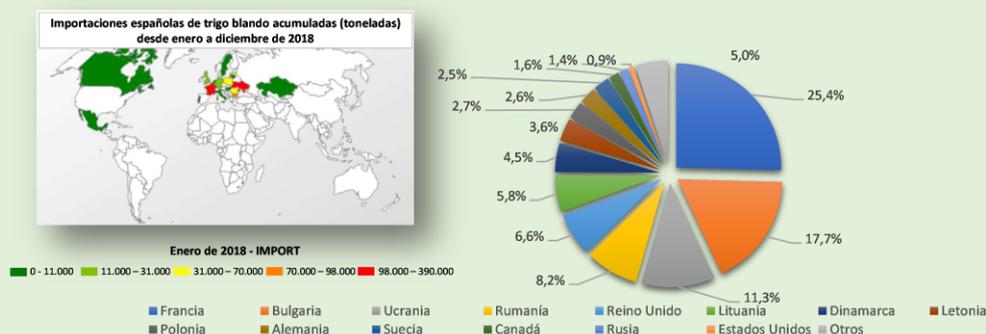
¹⁹ La metodología utilizada para inferir el número de importaciones adicionales necesarias y el sobrecoste anual asociado a la falta de actividad del sector obtentor es el mismo que el detallado en el Apartado 4.3.

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XII)

Se ha cuantificado la **cantidad de trigo blando que hubiera sido necesario importar durante el período comprendido entre 1990 y 2018**, sin el impacto del sector obtentor, en base a la suma de la producción atribuible a la mejora vegetal. Para consultar la metodología ver el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)”, en la página 62.

El **coste asociado a esta importación se calcula ponderando los costes de 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 **un coste transporte promedio por tonelada, que es de 18,2 €/t importada**. Por lo que el cálculo del **coste total de la importación** es el siguiente:

$$CTI = TBI \times CTP$$

Donde:

- CTI = Coste total de la importación entre los años 1990-2018 [€]
- TBI = Trigo Blando que hubiera sido necesario importar entre 1990-2018 [t] *Calculado en el recuadro de la “Metodología de cálculo (VII)” en la página 62*
- CTP= Coste transporte promedio que tiene un valor de 18,2 €/tonelada importada

ii. Valor de la producción

En términos monetarios, la evolución del valor de la producción de harina de trigo blando ha aumentado, aunque de manera desigual, en los últimos 25 años. El precio de la harina se ha visto marcado en el tiempo por la **fuerte volatilidad en las cotizaciones de las materias primas**. En este sentido, las tasaciones de trigo -que representan más del 80% de los costes totales- han llegado a duplicarse en pocos meses o a desplomarse en sentido contrario. De la misma manera, el **alto índice de importaciones que requiere la industria** – debido al déficit estructural en la producción de cereales en España- también ha marcado significativamente la evolución de este indicador.

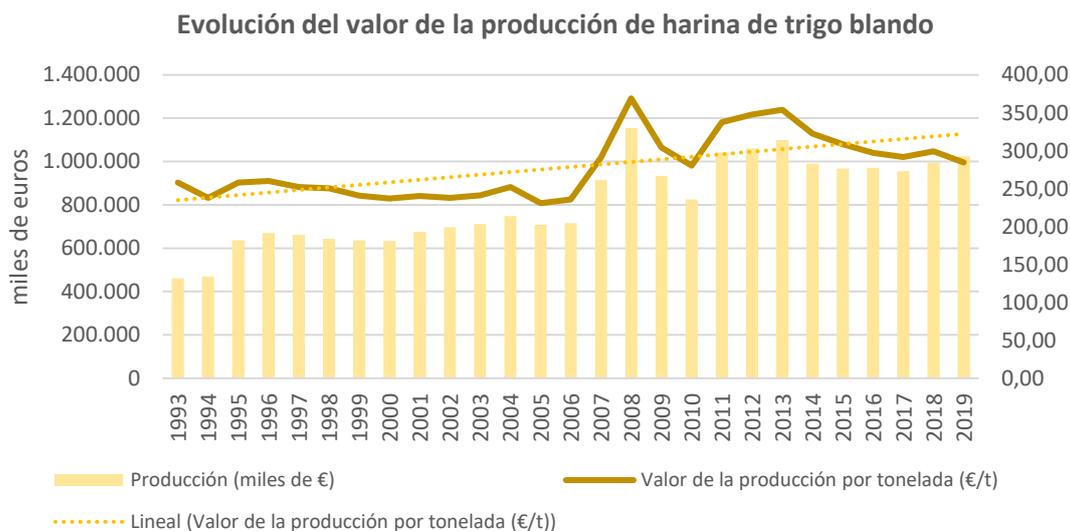


Figura 51. Evolución del valor de la producción de harina de trigo blando entre 1993 y 2019 (INE Encuesta industrial anual de productos, 2020)

En este contexto, en el marco del presente estudio se ha querido comprobar la validez de la siguiente hipótesis:

H

El incremento de la producción ha permitido contener los precios de la harina y por lo tanto mantener los ingresos y los puestos de trabajo del sector, en un contexto de reducción del precio de la tonelada de harina.

No obstante, la falta de estudios comparativos entre variedades tradicionales y mejoradas ligadas al incremento de productividad de la harina, no ha permitido obtener conclusiones significativas ni confirmar nuestra hipótesis.

Sin embargo, **sí puede afirmarse que el incremento del rendimiento y la producción del trigo tiene un impacto directo en el incremento de producción de la harina y, por ende, en el mantenimiento de los ingresos y los puestos de trabajo del sector.**



En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para el sector harinero un **extracoste, asociado a la importación de trigo, de: 4,6 €/tonelada de harina**, lo que hubiera supuesto un **encarecimiento del producto de un 1,4%** según el Escenario 1
6,8 €/tonelada de harina, lo que hubiera supuesto un **encarecimiento del producto de un 2,2%** según el Escenario 2

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XIII)

La **contención del precio de la harina atribuible a las aportaciones del sector obtentor** se ha cuantificado en base a la siguiente metodología:

En primer lugar, se ha tenido en cuenta la **producción total de trigo blando entre 2008 y 2018 atribuible a la aportación del sector obtentor y el coste de la exportación**. La metodología es análoga a la detalla en el recuadro de “Metodología de cálculo (VIII)”, en la página 64 únicamente que en vez calcular la producción y el coste de la importación durante el período 1990-2018, se ha tenido en cuenta el período de 2008-2018.

Para el cálculo del extracoste por tonelada de harina derivada de la necesidad de importación del trigo blando se ha considerado la producción total de harina entre 2008 y 2018 [PTH]

$$ETH = \frac{CTI}{PTH}$$

Donde:

- ETH = Extracoste por tonelada de harina [€/t]
- CTI = Coste total de la importación del trigo blando entre los años 2008-2018 [€] *Calculado según metodología explicada en el recuadro de la “Metodología de cálculo (VIII)” en la página 64*
- PTH = Producción total de harina entre 2008-2018 [t] *Fuente: INE*

Finalmente, para calcular el incremento del precio de la harina se ha calculado el promedio del valor de la producción de harina por tonelada [PVPH] entre 2008 y 2018

$$PVPH = \text{PROMEDIO} \left[\frac{PH}{CPH} \right]$$

Donde:

- PVPH = Promedio del valor de la producción de harina por tonelada entre 2008 y 2018 (€/t)
- PH = Producción de harina entre 2008 y 2018(t). *Fuente: INE*
- CPH = Coste de la producción de harina (€) entre 2008 y 2018. *Fuente: INE*

Así pues, el incremento del precio de la harina teniendo en cuenta la importación de la cantidad de trigo blando atribuible a la mejora vegetal:

$$IPH = \frac{ETH}{PVPH}$$

Donde:

- IPH = Incremento del precio de la harina [%]
- ETH = Extracoste por tonelada de harina [€/t]
- PVPH = Promedio del valor de la producción de harina por tonelada entre 2008 y 2018 [€/t]

iii. Calidad de la harina

La calidad es uno de los valores añadidos de los que puede dotarse la producción convencional de trigo blando, así como uno de los parámetros de compra que más valoran los transformadores. Más allá de la variedad de trigo plantada por el productor (y de su calidad intrínseca), existen otros factores de producción que también pueden afectar a la calidad harinera:

- **La aplicación de fertilización nitrogenada** durante la cosecha (dentro de los límites establecidos por la legislación), así como la aportación de nitrógeno por vía foliar en estadios avanzados del cultivo, puede contribuir a aumentar los rendimientos del cultivo, así como la concentración de proteínas y de gluten húmedo en el grano.
- **El mantenimiento del cultivo en niveles óptimos de sanidad vegetal**, y en particular el seguimiento de los protocolos de control biológico es imprescindible para cortar el ciclo vital de los insectos transmisores de enfermedades a los cultivos e impedir la reproducción y multiplicación de las plagas.
- **La presentación de una oferta de producción atractiva para la industria** (cantidad, calidad y homogeneidad elevadas) también puede afectar la calidad y, por ende, la decisión de compra de los transformadores.



Figura 52. Principales factores que afectan la calidad del trigo blando en la producción

En el marco del estudio se ha evaluado si el sector obtentor ha contribuido, en alguna medida, al aumento de calidad de la harina en los últimos años.

H

La mejora vegetal en trigo blando, y en particular la introducción de nuevas variedades, han contribuido al aumento de la calidad harinera.

Para contrastar esta hipótesis, ha sido necesario entender previamente qué parámetros de calidad considera el sector.

Para definir los diferentes tipos de calidad del trigo blando en España, el **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)** consensuó (al igual que otros países de la UE) una **norma con el sector productor y la industria transformadora**. El Real Decreto 190/2013 estableció, en este sentido, una categorización en grupos y grados²⁰. La norma, no obstante, es cuestionada por una importante parte de los actores en el mercado y no es utilizada en todas las lonjas -según se ha podido comprobar durante la realización de este estudio-.

²⁰ Para más información sobre la norma, consultar el Anexo 3.

Según el propio sector, **la calidad, y, por ende, el precio que la industria de primera transformación está dispuesta a pagar por el trigo no depende de los elementos identificados en la norma, sino de otros parámetros. En este sentido, más allá del tipo de variedad, la industria valora:**

- La posibilidad de contar con **lotes de trigo grandes y homogéneos**, siendo uno de los requisitos de los transformadores la constancia en la homogeneidad de la harina.
- El **bajo contenido en impurezas y micotoxinas**. La semilla certificada juega en este sentido, un papel importante.
- Las **especificaciones de compra por la industria panadera** y por ende del consumidor.
- Las **variedades que mejor se adaptan a los nuevos procesos de producción** (masas congeladas, pan precocido congelado, panificación industrial, etc.). Las variedades con mayor proteína (y W) son en este sentido cada vez más demandadas.



Figura 53. Factores que afectan la decisión de compra del trigo por parte de la industria transformadora



La introducción de nuevas variedades de trigo es, en este sentido, un factor que **puede contribuir tanto a la obtención de un bajo contenido de la harina en impurezas, como a una mejor adaptación a los procesos de producción de los productos de segunda transformación**. Así, ante una demanda de harina muy amplia y heterogénea, la cadena de producción trigo blando → Harina → Productos transformados, se conforma desde la demanda final de los consumidores.

El sector obtentor juega un papel fundamental en el **desarrollo de nuevas variedades que se ajusten a estas demandas**.

En este contexto, para valorar la evolución de la calidad y en particular, la adaptación de la harina a las demandas de la industria de segunda transformación, en función de la variedad de trigo empleada, se han comparado los resultados de los ensayos que realiza periódicamente la red GENVCE²¹ sobre variedades mejoradas, con datos sobre variedades locales tradicionales del Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario.²²

²¹ La red GENVCE realiza periódicamente ensayos de distintas variedades de cereal (entre ellas el trigo blando) en distintas regiones cerealistas de España, tanto desde un punto de vista productivo como teniendo en cuenta sus características de calidad.

²² Datos del ensayo “Caracterización morfológica y evaluación de calidad de variedades locales de trigo del país vasco en producción ecológica” realizado por el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario sobre las calidades registradas en variedades tradicionales locales de la región en ensayos realizados durante el año 2013.

En la siguiente tabla, se presentan las variedades estudiadas en ambos estudios.

	Variedad	(W) Fuerza	(P/L) Equilibrio
Variedades locales tradicionales (País Vasco)	BG011959	76	0,35
	BG014283	78	0,42
	BG012115	46	0,31
	BG012238	80	0,57
	BG013801	71	0,38
	BG012214	86	0,42
	BG012194	90	0,39
	BG012191	110	0,38
	BG018233	71	0,28
	BG012292	120	0,38
	BG011944	34	0,36
	BG011960	47	0,32
	BG012216	97	0,27
	BG012110	69	0,29
	BG011966	130	0,21
	BG013174	80	0,89
	BG012203	170	0,35
	BG012890	53	0,62
	BG012201	130	0,23
	BG012892	140	0,36
BG012118	70	0,98	
BG018356	43	0,37	
BG012891	120	0,49	

	Variedad	(W) Fuerza	(P/L) Equilibrio
Variedades mejoradas cultivadas en clima frío (GENVCE)	AKIM	128	0,36
	ALHAMBRA	213	0,9
	ALTAMIRA	213	0,84
	ARABELLA	231	1,48
	BELSITO	271	0,66
	CALABRO	229	0,6
	CANDELO	257	1,29
	CCB INGENIO	312	1,06
	CIPRES	345	1,25
	DIAMENTO	185	1,29
	LAZARO	237	0,53
	MARCOPOLO	201	1,17
	NOGAL	306	1,1
	PALEDOR	117	0,3
	RIMBAUD	206	1,08
SOFRU	274	1,32	
SUBLIM	216	0,56	
SY ALTEO	186	0,57	
SY MOISSONS	249	0,68	



Figura 54. Comparativa de las principales propiedades de las variedades locales y mejoradas. Fuente: GENVCE y Estudio.

La comparativa permite afirmar que **las variedades mejoradas registran una mayor cantidad de fuerza (casi tres veces más), derivada de una mayor cantidad de gluten, así como un mayor equilibrio (P/L), concretamente el doble, que las variedades tradicionales.**

Estos datos, coinciden con las mejoras identificadas en distintos parámetros de calidad estudiados por el IRTA (Sanchez-García et al., 2014) en 16 tipos de harina mejoradas, las más representativas en España durante el siglo XX.



Si bien las evidencias existentes son todavía reducidas, la comparativa sí permite observar que las variedades de nueva obtención **tienen un mejor comportamiento respecto a fuerza (W) y equilibrio (P/L)**, pudiéndose afirmar que presentan unas mejores características para su transformación en harina.

iv. Trazabilidad y seguridad alimentaria

El valor añadido de la semilla certificada trasciende al propio eslabón de producción del trigo. Así, si bien supone distintos beneficios para el agricultor (como un ahorro significativo en la dosis de siembra de trigo y en la preparación de la semilla, un incremento de su rendimiento o una mejor adaptación ambiental del cultivo) ya citados en anteriores apartados, la certificación también es valorada por la industria de primera transformación, más allá de por permitir una mejor adecuación a los requerimientos de la industria transformadora, por permitir una mayor trazabilidad de la materia prima y por lo tanto una mayor garantía de seguridad alimentaria.

- La semilla certificada es **garante de seguridad alimentaria**, al asegurar desde su origen la trazabilidad del trigo adquirido tanto por el agricultor como por la industria transformadora. En este sentido, la semilla certificada es producida y comercializada con arreglo a la normativa vigente, que establece una serie de cuidados, preparaciones, requisitos y controles estrictos que proceden de directivas comunitarias. Este aspecto es altamente valorado por las pequeñas y medianas empresas de la industria harinera que se aprovisionan de trigo cultivado en España.



El compromiso por parte de las grandes empresas de comprometerse con prácticas sostenibles y la seguridad alimentaria y, por ende, con el uso de semilla certificada (entre otras prácticas), abre la puerta a la extensión de la certificación, asegurando así no solo un cultivo responsable, sino el compromiso con la investigación y la mejora constante de las variedades vegetales.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



b. Producción de pan

La industria harinera atiende a un amplio número de subsectores. Según datos de la AFHSE, **aproximadamente un 70% de la harina producida por los molineros españoles se destina a la industria panificadora**. El 30% restante abastece a otras industrias de segunda transformación como las industrias de pastelería, bollería, galletas y de masas congeladas (entre otras) que, a pesar de haber experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, no son objeto de este estudio.



Figura 55. Subsectores que atiende la industria de la harina (AFHSE)

En este contexto, el presente informe se ha focalizado en evaluar el impacto de la mejora vegetal en la industria panadera.

i. Cantidad producida de pan y valor de la producción

De acuerdo con el Anuario de Estadística del MAPA, la producción de pan se ha incrementado -de manera desigual- desde el año 2006 desde entorno 1,2 millones de toneladas a 1,5 millones de toneladas el año 2019. Esto supone un **incremento en términos de producción de un 25% en los últimos 13 años**, respondiendo al aumento de la demanda por parte de los consumidores.

El valor de producción, en cambio, muestra una **tendencia decreciente en el tiempo**, que se explica principalmente por el aumento de la oferta y en particular, por el aumento en el uso de masas congeladas en los últimos años.

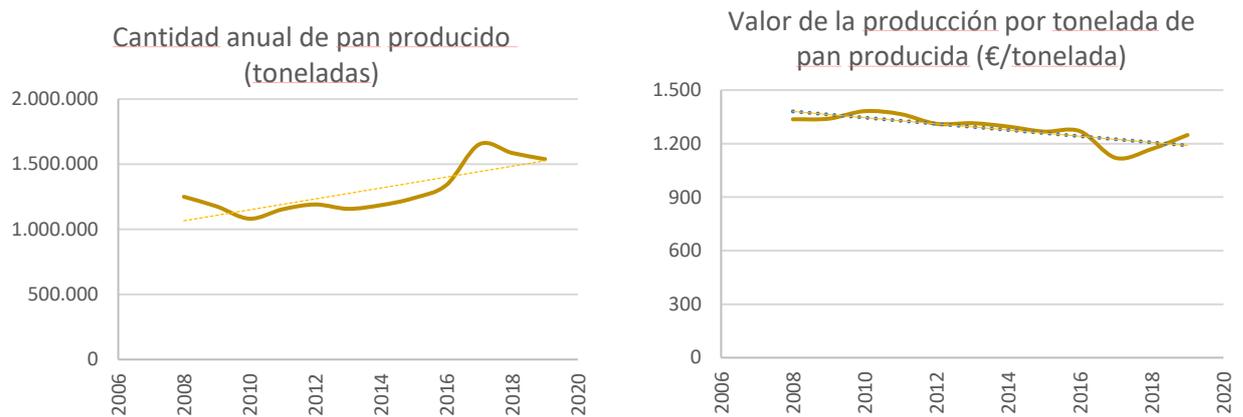


Figura 56. Cantidad anual de pan producido y valor de la producción por tonelada de pan producida (Anuario de Estadística del MAPA, 2020)

En este contexto, los análisis realizados no han permitido afirmar que la actividad del sector obtentor haya impactado en la cantidad de pan producida, ni en el valor de la producción.

ii. Mejor adaptación a los procesos productivos

La elaboración de pan se realiza a partir de cuatro ingredientes: harina de trigo, principal materia prima, sal, levadura y agua. La elaboración de panes especiales (integrales, de cereales, de huevo, etc.) puede sin embargo añadir algún aditivo o coadyuvante especial por el tipo de harina o la adición de ingredientes especiales.

El hecho de que el pan sea un producto transformado, para el cual se recurre a otros ingredientes más allá de la harina y que puede recurrir al empleo de mejorantes, dificulta la medición de las mejoras derivadas de la obtención vegetal. No obstante, en el marco del presente estudio se ha analizado si las mejoras del trigo han contribuido a una mejora de los procesos productivos de la industria para su segunda transformación.

H La mejora vegetal en trigo blando, y en particular la introducción de nuevas variedades, han contribuido a una mejor adaptación de la harina a los procesos productivos y a las demandas de la industria de segunda transformación.

En este contexto, la bibliografía científica ha estudiado la posible causalidad entre la mejora vegetal del trigo y el proceso de fermentación, y en particular el aumento de su tolerancia. La

tolerancia de fermentación es el período de tiempo que la masa puede tolerar entre el tiempo de madurez y el momento del formado, sin efectos negativos en la calidad del producto correspondiente. La tolerancia puede verse aumentada por tres factores:

- **El uso de harina fuerte (alta en gluten), y por lo tanto de trigo mejorado.**
- La preparación de la masa en ambiente frío.
- El uso de levaduras y aditivos que contengan emulsificantes.

Para valorar el efecto que puede tener el uso de trigo blando mejorado en el tiempo de fermentación del pan, el IRTA (Sanchez-García, et al., 2014) realizó en 2014 un ensayo con 16 tipos de harina de trigo mejorado, las más representativas en España durante el siglo XX. Los resultados obtenidos permiten afirmar que **las variedades mejoradas registran una mayor tolerancia a la fermentación gracias a su mayor contenido de gluten**. En particular, el colapso de la masa durante de la fermentación se evitaba en las harinas con una fuerza (W) $>159 \text{ J} \times 10^{-4}$ y un equilibrio (P/L) $>0,56 \text{ mm H}_2\text{O mm}^{-1}$.



Los estudios disponibles permiten afirmar que **las variedades con obtención tienen una mejor tolerancia a la fermentación gracias a su mayor contenido en gluten**, pudiéndose afirmar que presentan unas mejores características para la producción de pan.

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

El sector de la panadería ocupa **una posición muy destacada en la cadena agroalimentaria** y tiene un peso significativo en la economía nacional. Está configurado por **más de 31.500 empresas**, de las que una tercera parte se dedican a la fabricación, y el resto, a la comercialización. El sector **ocupa a más de 142.000 trabajadores** (77.000 en fabricación y 65.000 en comercialización) y representa una **cifra de negocios de 9.048 millones de euros**.



Figura 57. Radiografía del sector de producción y comercialización de la panadería. Fuente: INE, 2018

Los productos de **panadería son consumidos a diario** por la gran mayoría de la población española, concretamente por **el 86% de la población**, según la Encuesta de hábitos de consumo en España de 2019, y **representan más del 12% del gasto alimentario de los españoles**.

6.1. Impactos ambientales

Los impactos ambientales identificados en el eslabón de la distribución y el consumo están relacionados con el **transporte de la materia prima hacia los centros de fabricación y comercialización**. Esta materia prima es principalmente el producto de la primera transformación, la harina, y el de la segunda transformación, el pan.

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.

6.2. Impactos sociales

a. Adaptación a la segmentación de la demanda

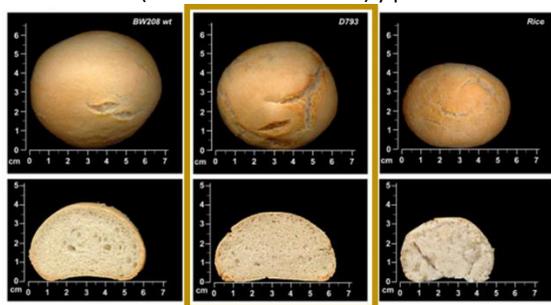
El sector obtentor ha venido desarrollando desde hace años diferentes iniciativas para **dar respuesta a la creciente segmentación de la demanda en el sector panadero**, debido a demandas de los consumidores que tradicionalmente no habían sido cubiertas -por ejemplo, en la población con trastornos alimentarios, como la población celíaca- y al cambio de hábitos que se está produciendo en el comportamiento de compra de los consumidores. En el marco del presente estudio se ha evaluado si la mejora vegetal ha permitido una mejor adaptación de la oferta a las necesidades de la población.

H

La mejora vegetal contribuye a dar respuesta a la demanda de los consumidores del sector panadero a través de la investigación y desarrollo de nuevas variedades de trigo blando

El sector obtentor ha desarrollado en los últimos años programas específicos de mejora vegetal para poder cubrir las demandas de aquella población con intolerancias alimentarias, como por ejemplo al gluten. En este sentido **destaca la investigación llevada a cabo en España por un grupo de investigadores (Gil-Humanes et al., 2014) que durante años han desarrollado una nueva variedad de trigo (BW208) que busca ser apta para la población celíaca y que cuenta con los mismos aportes nutricionales y características harino-panaderas de elasticidad y resistencia comparables.**

Panes y rodajas de pan de trigo BW208 de tipo salvaje, pan de trigo de la nueva variedad línea D793 de gliadina reducida (destacado en amarillo) y pan de arroz



Propiedades físicas de las tres variedades anteriores. Las líneas con la misma letra indican que no existen diferencias significativas entre ellas

Line	Bread volume (ml)	Bread weight (g)	Bread specific volume (ml/g)	Width/Height ratio
BW208 wt	100.3 a	40.3 ab	2.49 a	1.4 b
D793	69.7 b	40.1 ab	1.74 b	1.5 ab
D894	73.7 b	40.1 ab	1.84 b	1.5 b
E82	77.2 b	40.2 ab	1.92 b	1.7 a
E33	77.3 b	40.0 ab	1.94 b	1.5 b
BW2003 wt	94.5 a	40.7 a	2.32 a	1.4 b
D874	70.0 b	40.5 a	1.73 b	1.5 b
E93	76.5 b	40.6 a	1.89 b	1.5 b
E140	71.8 b	40.8 a	1.76 b	1.5 b
Rice	43.0 c	39.0 b	1.10 c	1.4 b

Figura 58. Resultados de la investigación con una nueva variedad de trigo apta para el segmento de población celíaca (Barro, F., 2014)

El desarrollo de la variedad BW208 de trigo blando busca así dar respuesta a las demandas más habituales del segmento de población celíaca en el sector de la panadería, sin alterar la textura ni la pérdida de sabor que sufren los productos elaborados cuando se sustituye el trigo por otras harinas que no contienen gluten²³.

En esta línea, otras empresas ya han anunciado en los últimos años el desarrollo de iniciativas de **investigación ligadas a nuevas demandas del consumidor, como la obtención de variedades de trigo blando ecológico, con propiedades y estándares de calidad adaptados a los requerimientos de la industria panadera.**



Las investigaciones en **nuevas variedades de trigo blando adaptadas a las necesidades del segmento de la población celíaca o la investigación y desarrollo de trigo blando ecológico** son ejemplos de cómo el sector obtentor contribuye a **dar respuesta a la demanda de los consumidores** en el sector de la panadería.

²³ Según Francisco Barro, investigador del IAS y autor del artículo citado anteriormente.

¿Cuál será la tendencia en los próximos años?

Los datos obtenidos de la encuesta propia a las compañías del sector obtentor sobre el eslabón de la distribución y el consumo de la cadena agroalimentaria indican que **las iniciativas en I+D+i están orientadas hacia una diferenciación respecto a otros productos y a una mayor diversidad de producto**. Esta orientación de la I+D+i da respuesta a la necesidad del sector panadero de diversificar el producto para satisfacer las nuevas demandas de los consumidores.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?



b. Trazabilidad del origen del pan 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. En este sentido, en el marco del presente estudio se ha analizado la validez de la siguiente hipótesis.

H

El sector obtentor facilita la trazabilidad del origen del pan para dar respuesta a una demanda creciente por parte de los consumidores del sector panadero

Cada vez son más las industrias que buscan garantizar la trazabilidad de los productos que consumen para poder conocer su origen y disponer así de una garantía de seguridad alimentaria. **El desarrollo de semilla certificada por el sector obtentor es clave, en este sentido, a la hora de asegurar la estandarización y la trazabilidad de la harina** que utilizan los panaderos como garantía de su calidad. La semilla certificada es la única que tiene garantizada su calidad por medio de los controles oficiales que realizan las autoridades competentes, lo que permite asegurar su trazabilidad y pureza varietal.

A su vez, esta trazabilidad permite a todos los operadores de la cadena agroalimentaria optimizar sus procesos productivos y mejorar la comercialización de sus productos. En este sentido, actualmente se asiste a la puesta en marcha de **iniciativas empresariales en el ámbito de los cereales que buscan modelos productivos con un formato “from farm to fork”** donde las variedades, procedentes de semilla certificada, constituyen el inicio de la cadena.

El sector obtentor, al promover y desarrollar semilla certificada permite dar respuesta a las demandas de un segmento creciente de la población que exige una mayor trazabilidad del producto.



El Comité Técnico del proyecto coincidió en la importancia del sector obtentor y su rol en el impulso de las semillas certificadas, en aras a **garantizar la trazabilidad a lo largo de la cadena y ofrecer una mayor transparencia al consumidor**. Sin embargo, el Comité indicó de forma consensuada que aún queda mucho recorrido que hacer para garantizar la trazabilidad a lo largo de la cadena en el sector panadero y para que esta información llegue al consumidor.

Esta **creciente demanda por parte de algunos segmentos de población supone un reto importante para el sector panadero**, dado que históricamente la compra de harina se ha realizado sin tener en cuenta la variedad de trigo.

6.3. Impactos económicos

a. Contención del precio del pan

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, las aportaciones del sector obtentor son especialmente perceptibles en términos de productividad. Entre la década de los 70 y el año 2000, y en particular para el trigo blando, los incrementos de productividad pueden cuantificarse en crecimientos entre el 1 y el 3% anuales. En este sentido, en el marco del estudio se ha evaluado si los incrementos de productividad observados han permitido una contención el precio de la harina y en consecuencia el precio de los productos panaderos.



En promedio anual, **la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para el sector harinero un extracoste**, asociado al transporte de trigo, que hubiera supuesto un encarecimiento del precio de la harina y que se hubiera transmitido a un **incremento del precio del pan de:**

1,4% según el Escenario 1

2,1% según el Escenario 2

METODOLOGIA DE CÁLCULO (XIX)

Se ha **considerado una contención del precio del pan igual a la del precio de la harina**, dado que es la principal fuente de materia primera. Pueden consultarse los cálculos en el recuadro de la "Metodología de cálculo (XIII)", en la página 79.

¿Qué dicen otros estudios?

Según un **estudio de la HFFA**, la mejora genética de los últimos 15 años en la Unión Europea **ha permitido incrementar la producción de trigo en más de 22 millones de toneladas**. Esto supone 32 mil millones de panes o lo que es lo mismo, 64 panes por persona en la Unión Europea.

El aumento de la productividad también puede contener el precio de los productos facilitando que gran parte de la población pueda acceder a ellos. Para el caso del trigo, la mejora vegetal ha conseguido aumentar la producción un 15% en los últimos 15 años disminuyendo los costes de este. Así, se ha visto como **el coste del pan ha disminuido en torno a un 7%** y también ha disminuido el precio del pienso animal.

¿A QUÉ RETOS RESPONDE?

CONTENCIÓN DE PRECIOS



7. Principales conclusiones

La semilla es el primer eslabón de la cadena alimentaria, y, por lo tanto, **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 trigo se domesticó hace más de 10.000 años para su uso en la agricultura, **siendo desde entonces un elemento básico de la alimentación humana**. A partir del siglo XX, con los avances en mejora genética vegetal, es cuando se han producido cambios más significativos en su rendimiento y atributos. **El surgimiento de la industria obtentora y el desarrollo de nuevas variedades a través de la mejora genética permitió un impulso importante para la selección y desarrollo de 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 trigo**, y en particular, del trigo blando, 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 estos rendimientos, no obstante, los análisis desarrollados indican que el incremento de rendimientos se explicaría **entre por lo menos en un 50% por la actividad obtentora en el escenario conservador** (Escenario 1). Esta contribución podría ser, asimismo mucho más elevada, dado que las evidencias existentes en otros países europeos cifran **la aportación de la semilla mejorada al incremento de los rendimientos de los últimos años en un 75%** en el escenario promedio europeo (Escenario 2).

El estudio analiza los impactos del sector obtentor en toda la cadena de valor agroalimentaria: producción, transformación, distribución y consumo, según el **Escenario conservador** (Escenario 1) y el **Escenario promedio europeo** (Escenario 2) 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 trigo blando en el sector agrícola (producción).

El impacto más directo y estudiado de la mejora vegetal en trigo blando 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 (Escenario 1) y el Escenario promedio europeo (Escenario 2):

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 trigo cercanos al 220% en los últimos 50 años, y del 37% en los últimos 30**. En 1965, la productividad media del

trigo blando en España se situaba en 1,12 toneladas por hectárea, mientras que en 2019 se alcanzaron 3,08 toneladas por hectárea.

- ▶ Si se considera **el escenario conservador**, se estima que el incremento de la productividad del trigo blando ha supuesto una **producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 de 14,7 millones de toneladas**, un 11,5% de la producción en este periodo. En este sentido, la aportación promedio anual sería de 523.776 toneladas de trigo adicionales gracias a la mejora vegetal. Estos impactos también se encuentran asociados a los ingresos de los agricultores. **La actividad obtentora habría supuesto, entre 1990 y 2018, unos ingresos adicionales para el campo de 2.617,5 millones de euros, un 11,3% de sus ingresos en este periodo.** Esto supone una aportación promedio anual de 93,5 millones de euros, siendo más elevada en los últimos años del período.
- ▶ Si se toma en cuenta **el segundo escenario**, el incremento de productividad del trigo blando habría supuesto una **producción acumulada adicional entre 1990 y 2018 de 22 millones de toneladas**, un 17,2% de la producción en este periodo. En este sentido, la aportación anual sería de 785.664 toneladas de trigo adicionales gracias a la mejora vegetal. Estos incrementos de rendimientos habrían supuesto unos **ingresos para los agricultores entre 1990 y 2018 de 3.926 millones de euros, un 17% de sus ingresos en este periodo.** Lo que supone una aportación promedio anual a los ingresos agrícolas de 140 millones de euros/año, siendo más elevada en los últimos años del periodo.

En este contexto, cabe destacar que **la genética del trigo blando sigue teniendo margen de mejora para llegar a su productividad óptima.** Distintos aspectos, como la tolerancia al calor o a la sequía, estructura óptima en el dosel de la planta y su fenología, mejora en la absorción de agua y reducir la senescencia de las hojas podrían ser aspectos claves en la mejora vegetal del trigo blando en los próximos años (Sepanati y Semenov, 2020) cuyo rendimiento podría aumentar entre 3 o 4 toneladas más por hectárea gracias a la mejora vegetal. 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. 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.

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

2. Incremento de la resiliencia del subsector del trigo

El incremento de demanda de trigo blando a nivel mundial esperado para las próximas décadas (hasta de un 60% para 2050 según la FAO), sucederá principalmente en otros países del mundo donde se esperan crecimientos demográficos en los próximos años. En un contexto de mercado cada vez más globalizado y complejo, este hecho podría acabar teniendo consecuencias en el precio del trigo, que al ser una *commodity*, **viene marcado por los mercados internacionales.**

El incremento de la demanda de trigo, aunado a un escenario de incertidumbre respecto a la producción en determinadas partes del mundo como consecuencia **del cambio climático hacen esperar que los precios del trigo se incrementen en los próximos años a no ser que se apliquen nuevas innovaciones a su cultivo.**

Incrementar la productividad del trigo blando en España, teniendo estos hechos en cuenta, no solo incrementa la competitividad del campo español, sino que **hace que la cadena de valor del**

trigo blando sea más resiliente a las posibles subidas de precio a nivel global del trigo blando, especialmente en un contexto en el que España es deficitaria en este 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 de trigo blando, 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 materia laboral va más allá del impacto directo de la propia actividad. Así, gracias al incremento de rendimientos en el cultivo del trigo blando, la actividad obtentora **en el escenario conservador (Escenario 1)** ha generado en España **3.431 puestos de trabajo anuales** equivalentes durante el periodo 1990-2018, de los cuales 861 fueron creados de manera directa, 1.704 indirecta y 866 inducida. Y en el escenario promedio europeo (Escenario 2), el sector obtentor ha generado 5.146 puestos de trabajo anuales durante el mismo período de los cuales 1.291 creados de manera directa, 2.556 indirecta y 1.299 inducida.

Estos puestos han tenido un impacto **más concentrado en las Comunidades Autónomas productoras de trigo blando (Castilla León, Castilla la Mancha, y Aragón), por su estrecho vínculo con la actividad obtentora**, contribuyendo al crecimiento socioeconómico en las mismas. Estos puestos de trabajo, generados en el sector del trigo blando, corresponderían a un 2% de los puestos de trabajo generados por el sector agrícola en estas tres regiones en 2018 en el Escenario 1 y a un 3% en el Escenario 2.

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 cosecha del trigo blando

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”, 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 2015 en el cultivo de trigo blando 656.144 kg de fitosanitarios según el Escenario 1 y 984.216 según el Escenario 2.** Según los cuestionarios realizados, gran parte de las iniciativas desarrolladas actualmente en la mejora vegetal de este cultivo (un 86%) van encaminadas a este objetivo.

- ▶ En cuanto al uso de fertilizantes, según los datos disponibles y la opinión del comité técnico, no se aprecia una reducción en su uso. No obstante, parte de las iniciativas desarrolladas actualmente tienen la disminución en el uso de fertilizantes uno de sus objetivos. En este aspecto, cabe destacar que el **trigo blando tiene margen de mejora en cuanto a la eficiencia en la absorción y uso de nutrientes**, como, por ejemplo, mediante el desarrollo de trigos con un mayor sistema de raíces sin afectar al rendimiento en grano (Lammerts y Struik, 2017).
- ▶ En el ámbito energético y de emisiones, la mejora vegetal en trigo blando contribuye a la **disminución del consumo energético y de las emisiones de efecto invernadero en su cultivo**. En particular, el ahorro energético total varía según el escenario entre los **1.100 – 1.650 millones de MJ/año** y el de emisiones entre **96.650 – 145.000 t de CO₂eq/año** correspondiente a la suma de los ahorros en la producción, y en el transporte asociado a la importación de trigo. Este consumo energético ahorrado es equivalente al **consumo anual efectuado por entre 30.700 – 46.200 hogares** y el ahorro en emisiones es equivalente a **las emisiones anuales de entre 57.000 – 85.500 coches**.
- ▶ Asimismo, la mejora vegetal del trigo blando 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 186.100 y 335.600 ha más cada año según el Escenario 1 y 2 respectivamente, para obtener la producción existente de trigo blando, el equivalente a 266.000 y 480.000 campos de fútbol. 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. A nivel de temperatura, se calcula que por cada grado Celsius que suba la temperatura media global, **se producirán unas pérdidas de rendimiento de un 6% en trigo blando** (Zhao et al., 2017). Por otro lado, según la FAO, las zonas áridas y semiáridas del sur de la Unión Europea, entre las que se encuentra España, tendrán que hacer frente a una reducción significativa de las precipitaciones, una intensificación de la frecuencia y severidad de los fenómenos extremos de sequías e inundaciones y una fuerte reducción de la disponibilidad de recursos hídricos. En este contexto global, España, por su ubicación y condición peninsular, es uno de los países con un mayor grado de vulnerabilidad al cambio climático, por lo que la adaptación de sus cultivos al nuevo contexto climático es uno de los principales retos a los que se enfrenta el país.

En este aspecto, **el sector obtentor tiene la capacidad de crear variedades de trigo blando mejor adaptadas a las futuras condiciones climáticas** (Nazim Ud Dowla et al., 2018) de manera que el descenso en lluvias y la subida de temperaturas no afecte a su rendimiento, por lo que la innovación en este campo se vuelve imprescindible. Por ello, un 75% de las iniciativas de

innovación del sector obtentor identificadas en relación al trigo blando van encaminadas hacia la adaptación y compensación de los efectos del cambio climático.

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 trigo blando en las industrias harineras y panaderas (transformación).

Los principales impactos que aporta el sector obtentor al eslabón de la transformación del trigo blando según el Escenario conservador (Escenario 1) y el Escenario promedio europeo (Escenario 2) son los siguientes.

1. Aumento de la calidad harinera y mejor ajuste a las demandas de la cadena

La mejora vegetal en trigo blando, y en particular la introducción de nuevas variedades, han contribuido al aumento de la calidad harinera y al desarrollo de nuevas variedades que tienen una mejor aptitud para la panificación y se ajustan a las demandas de la cadena. Distintos estudios han demostrado que las variedades mejoradas cuentan con un bajo contenido de la harina en impurezas, así como a una mejor adaptación a los procesos de producción de los productos de segunda transformación. En este sentido, si bien la información existente es todavía reducida, la comparativa sí permite observar que las variedades mejoradas tienen un mejor comportamiento respecto a fuerza (W) y equilibrio (P/L) que las tradicionales, pudiéndose afirmar que presentan unas mejores características para su transformación en harina.

Los estudios disponibles también permiten afirmar que las variedades mejoradas tienen una **mejor tolerancia a la fermentación gracias a su mayor contenido en gluten y sobre todo a la calidad de ese gluten, presentando unas mejores características para la producción de pan.** En este sentido, gracias al sector obtentor se ha podido reducir el uso de aditivos para conseguir las calidades óptimas para su panificación. Asimismo, el uso de semilla certificada en el trigo blando permite al agricultor conseguir lotes de trigo homogéneos, demandados por la industria harinera.

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

- Aumento de los atributos sensoriales de calidad: aspecto, textura y sabor
- Incrementar la competitividad del sector transformador

2. Contención de los precios de la harina

Adicionalmente, **el incremento del rendimiento y la producción** de los cultivos en España ligados a la innovación en semilla se transmiten a lo largo de la cadena y tienen un impacto directo en la transformación de sus subproductos.

- ▶ En caso de no haberse producido la actividad obtentora, entre 1990 y 2018 hubiera sido necesario importar por parte del sector harinero entre 14,7 - 22 millones de toneladas de trigo adicionales, con un **coste de 267 - 400 millones de euros**, según Escenario 1 - 2 respectivamente. En promedio, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para el sector harinero **un sobrecoste mínimo anual asociado al transporte de trigo de 9,5 – 14,3 millones de euros**, según Escenario 1 y 2 respectivamente.
- ▶ **Se estima también que el incremento de la producción ha permitido contener los precios de la harina, manteniendo los ingresos y los puestos de trabajo del sector, en un contexto de reducción del precio de la tonelada de harina.** En promedio anual, se

estima que la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para el sector harinero un extracoste, asociado al transporte de trigo, **de 4,6 – 6,8 €/tonelada de harina**, según Escenario 1 y 2 respectivamente.

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

- Contención de precios
- Incrementar la competitividad del sector transformador

3. Mejora de la trazabilidad y de la seguridad alimentaria del producto

Otro de los aspectos a destacar que aporta el sector obtentor al sector harinero está relacionado con la **trazabilidad de los productos y la seguridad alimentaria**. El valor añadido de la semilla certificada trasciende al propio eslabón de producción. La certificación también es valorada por la industria de primera transformación por permitir una mayor trazabilidad de la materia prima y por lo tanto una mayor garantía de seguridad alimentaria.

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

- Seguridad alimentaria y trazabilidad



Sobre la aportación de la mejora vegetal en trigo blando 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. Mejor de la adaptación del sector a las demandas del consumidor final

Las investigaciones en nuevas variedades de trigo blando adaptadas a las necesidades del segmento de la población celíaca (Barro, F., 2014) o la investigación y desarrollo de trigo blando ecológico son ejemplos de cómo el sector obtentor **contribuye a dar respuesta a la demanda de los consumidores en el sector de la panadería**.

Por otro lado, el consumidor quiere conocer de forma clara el **origen de los productos y saber cómo se han producido**, siendo estos los factores de sostenibilidad que más influyen en sus decisiones de compra. En este aspecto, queda mucho camino por recorrer, pero el sector obtentor se alza como aliado para para satisfacer las demandas de los consumidores actuales, al ser la única alternativa para asegurar la trazabilidad desde el inicio de la cadena.

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

- Adaptación a las necesidades de los consumidores
- Seguridad alimentaria y trazabilidad

2. Contención de los precios de los productos panaderos

La mejora vegetal, y en particular, el aumento del rendimiento del trigo, han permitido contener el precio de la harina y en consecuencia el precio de los productos panaderos. En promedio anual, la falta de innovaciones del sector obtentor hubiera supuesto para un **incremento del precio del pan de un 1,4% - 2,1%** según Escenario 1 y 2 respectivamente.

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

- Contención de precios

En definitiva, la mejora vegetal y el sector obtentor en el trigo blando 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 calidad de la harina.**
- **Satisfacer las demandas de los consumidores en cuanto a diversidad de producto, a la trazabilidad de los alimentos y a la seguridad alimentaria.**

8. Referencias

- AFHSE (2018). Análisis de la demanda de trigo blando de la industria harinera (28 de abril de 2020).
- Ciemat (2005). Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España.
- Cormier, F., *et al.* (2016). Breeding for increased nitrogen-use efficiency: a review for wheat (*T. aestivum* L.). *Plant Breeding*, 135 (3): 255 – 278.
- CPVO (2021). (16 de agosto de 2020). Registro de variedades de trigo blando en la UE. Recuperado de: <https://cpvo.europa.eu/en>
- ECREA (Varios años). Resultados técnico-económicos de Cultivos herbáceos. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2021). FAOSTAT statistical database. Roma: FAO
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2016). Ahorrar para crecer en la práctica (Guía para la producción sostenible de cereales). Roma: FAO
- Gil-Humanes, J., Pistón, F., Altamirano-Fortoul, R., Real, A., Comino, I., Sousa, C., Rosell, C. M., & Barro, F. (2014). Reduced-gliadin wheat bread: An alternative to the gluten-free diet for consumers suffering gluten-related pathologies. *PloS one*, 9(3).
- Innovatrigo (2020). Mejora de la sostenibilidad ambiental y económica de la producción de trigo en España (20 de mayo de 2020). Recuperado de: <https://www.innovagri.es/>
- IDAE (2011). Consumos del sector residencial en España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno de España.
- INE (2020). Ocupados por rama de actividad, sexo y comunidad autónoma.
- INE (2008). Encuesta de hogares y medio ambiente.
- INTIA. (Varios años). Resultados de experimentación (27 de mayo de 2020). Recuperado de: <https://www.intiasa.es/es/component/content/article/39-explotaciones-agricolas/1024-plan-de-experimentacion.html>
- Lammerts van Bueren, E. T., & Struik, P. C. (2017). Diverse concepts of breeding for nitrogen use efficiency. a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(5)
- Ley 3/2000 de 7 de enero de 2000 de régimen jurídico de la protección de las obtenciones vegetales. Boletín Oficial del Estado, núm. 8, de 10 de enero de 2000, pp. 885 a 898. Recuperado de: <https://www.boe.es/eli/es/l/2000/01/07/3/dof/spa/pdf>.
- MAPA (Varios años). Anuario de Estadística del MAPA. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- Martínez–Moreno F., Solís I.(2019) Wheat rust evolution in Spain: an historical review. *Phytopathologia Mediterranea* 58(1): 3-16. doi: 10.13128/Phytopathol_Mediterr-22561

- Nazim Ud Dowla, M., Edwards, I., O'Hara, G., Islam, S., & Ma, W. (2018). Developing wheat for improved yield and adaptation under a changing climate: Optimization of a few key genes. *Engineering*, 4(4), 514-522.
- 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.
- Pujol-Andreu, J. (2011). Wheat varieties and technological change in Europe, 19th and 20th centuries: New issues in economic history. *Historia Agraria*, 54: 71 – 103.
- OEVV (2021). Oficina Española de variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (7 de septiembre de 2020). Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura>
- Salim, N., Raza, A. (2019). Nutrient use efficiency (NUE) for sustainable wheat production: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 43 (2): 297 – 315.
- Sánchez-García, M. (2013). Genetic gains and changes in the pattern of adaptation of bread wheat varieties in Spain during 20th century. *Journal of Agricultural Science*, 151: 105 – 118.
- Sánchez-García, M. (2015). Changes in bread-making quality attributes of bread wheat varieties cultivated in Spain during the 20th century. *European Journal of Agronomy*, 63: 79 – 88.
- Senapati, N., & Semenov, M. A. (2020). Large genetic yield potential and genetic yield Gap estimated for wheat in Europe. *Global Food Security*, 24, 100340.
- Sirotiuk, P.V., Viglizzo, E.F. (2013). Estimación de la huella de carbono del proceso de panificación en la cadena agroindustrial del trigo. *RIA*, 39 (3).
- Subdirección General de Cultivos Herbáceos e Industriales y Aceite de Oliva (2020). Balance de cereales en España: Campaña 2019 – 2020. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.
- Tadesse, W., et al. (2019). Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Hapres*, 1 (1): e190005.
- Venske, E., Schreinert dos Santos, R., Busanello, C., Gustafson, P., Costa de Oliveira, A. (2019). Bread wheat: a role model for plant domestication and breeding. *Hereditas*, 156:16.
- Zhao, C., Liu, B., Piao, S., Wang, X., Lobell, D. B., Huang, Y., Asseng, S. (2017). Temperature increase reduces GLOBAL yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(35), 9326-9331.

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, 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

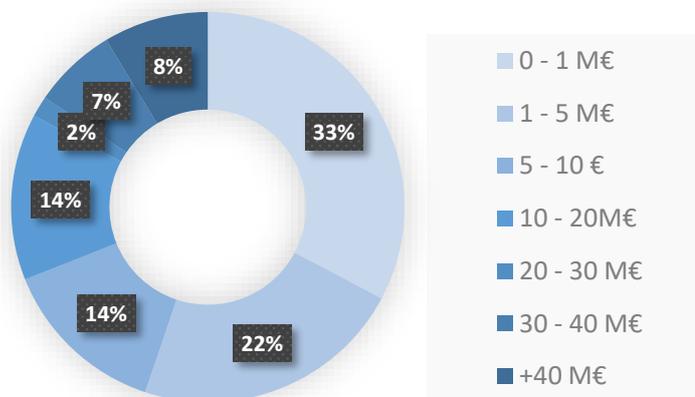


Figura 2. Empresas asociadas a ANOVE clasificadas según el nivel de facturación

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€

% de facturación de las empresas del sector respecto el total, según rango de facturación

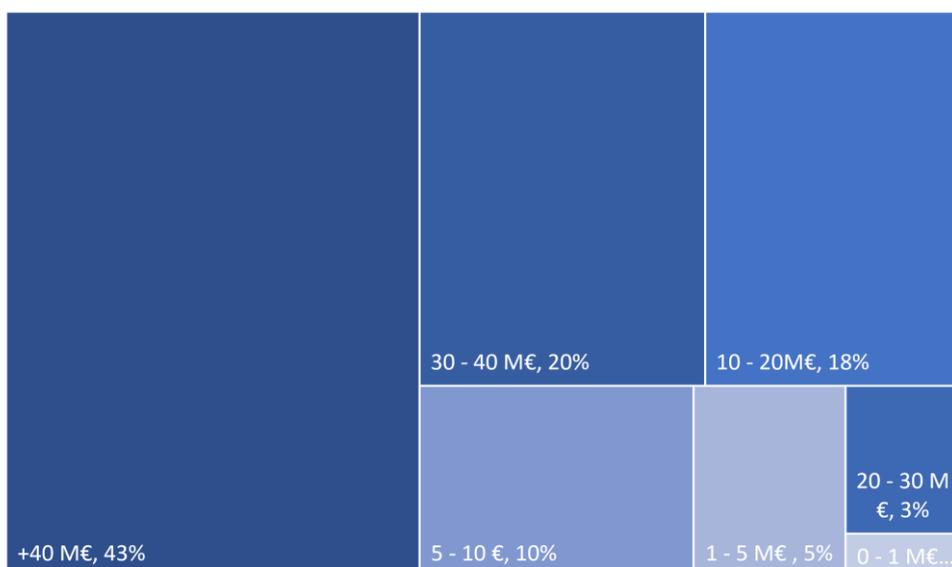


Figura 3. % de facturación de las empresas del sector obtentor respecto el total, según rango de facturación en España en 2019. Por ejemplo, la suma de la facturación de las empresas con un rango de facturación superior a los 40M€, representa un 43% de la facturación total de todas las empresas del sector

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.

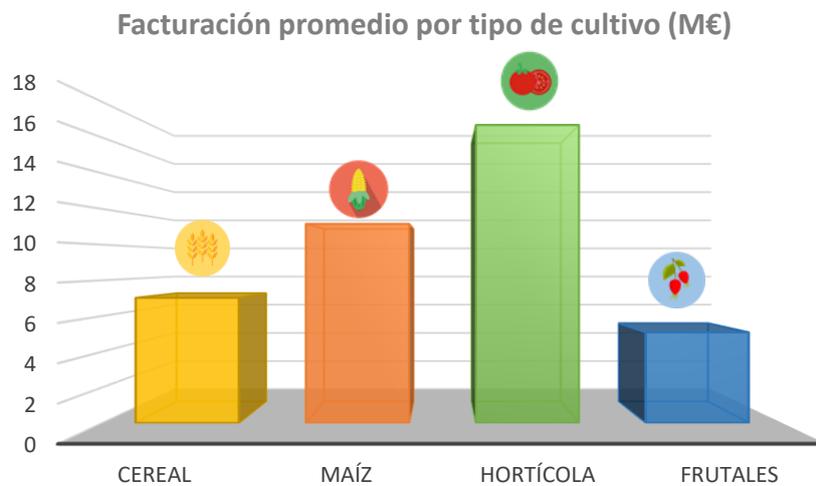


Figura 4. Facturación promedio de las empresas del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

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 dividido 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 facturación

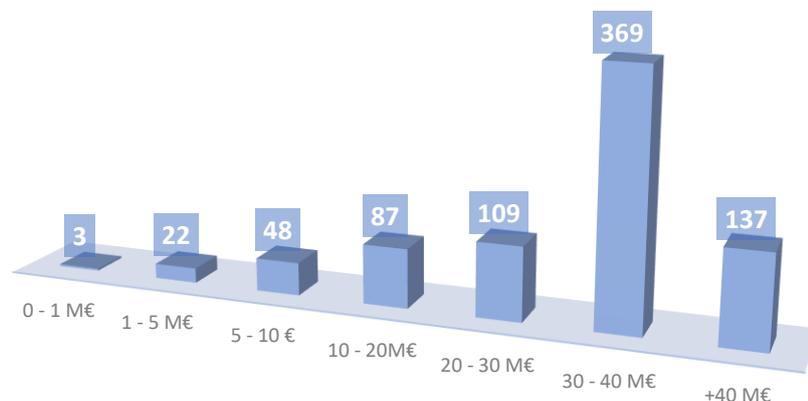


Figura 5. Número promedio de trabajadores por empresa según el rango de facturación.

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.

Promedio de trabajadores por empresa por tipo de cultivo

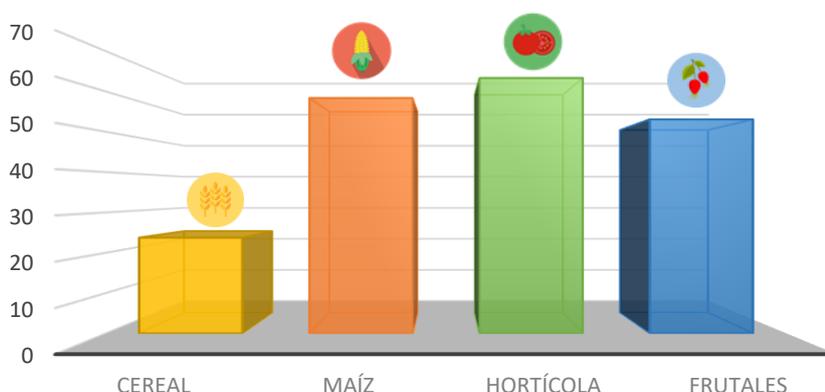


Figura 6. Promedio de trabajadores por empresa del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

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 especies 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 porcentajes 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€.

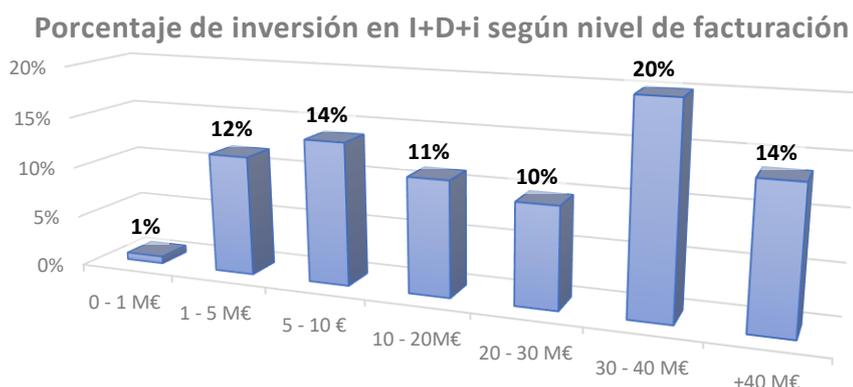


Figura 7. Porcentaje promedio de inversión en iniciativas de I+D+i de las empresas del sector obtentor según el rango de facturación²⁴

²⁴ 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%.

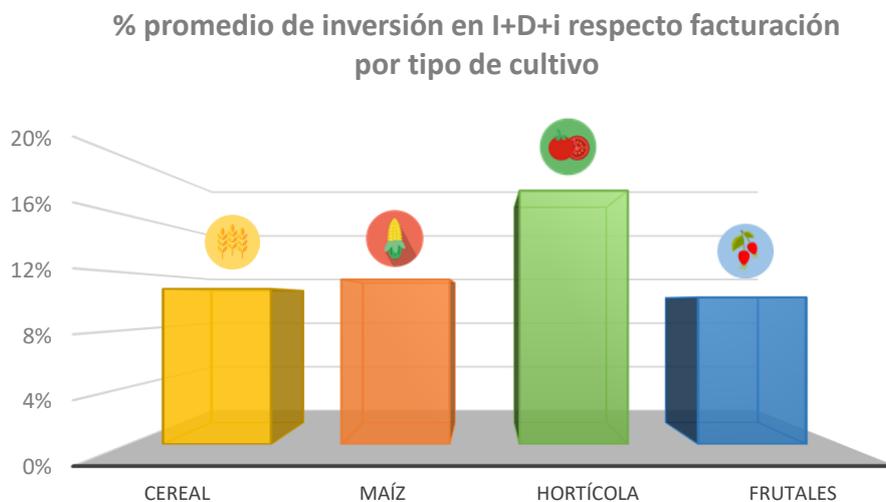


Figura 8. Porcentaje promedio de inversión en iniciativas de I+D+i de las empresas del sector obtentor según sección de cultivo

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 facturación

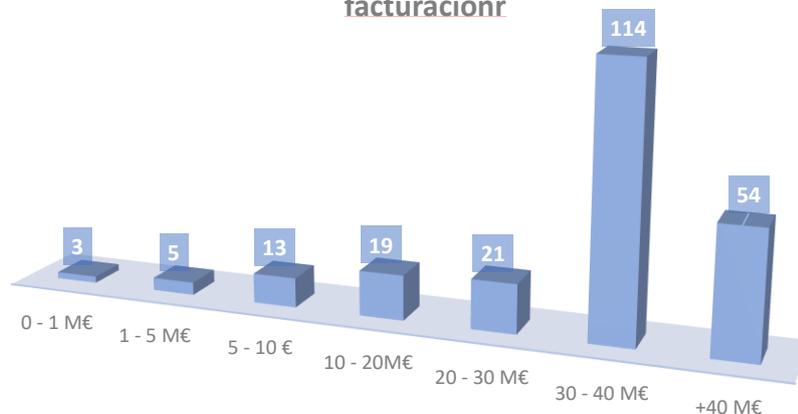
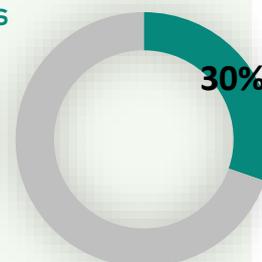


Figura 9. Número promedio de trabajadores en I+D+i por empresa según el rango de facturación.

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



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.

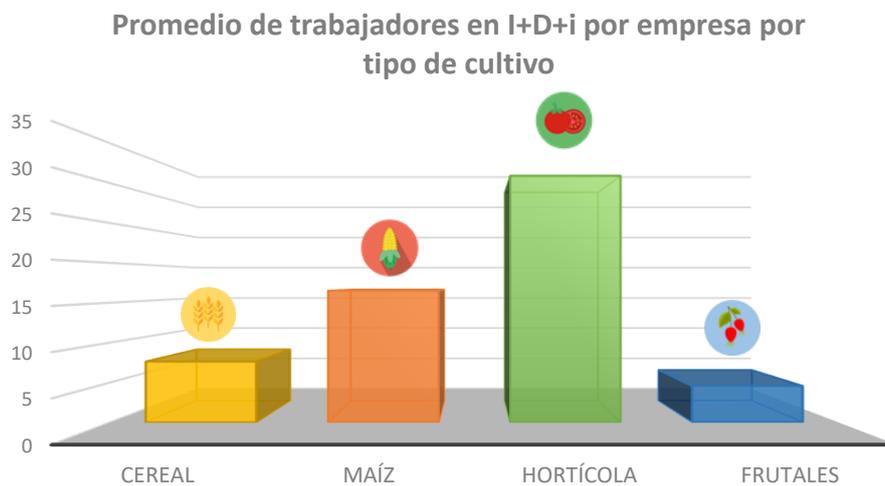


Figura 10. Promedio de trabajadores en I+D+i por empresa del sector obtentor asociadas a ANOVE por cada sección de cultivo

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€)

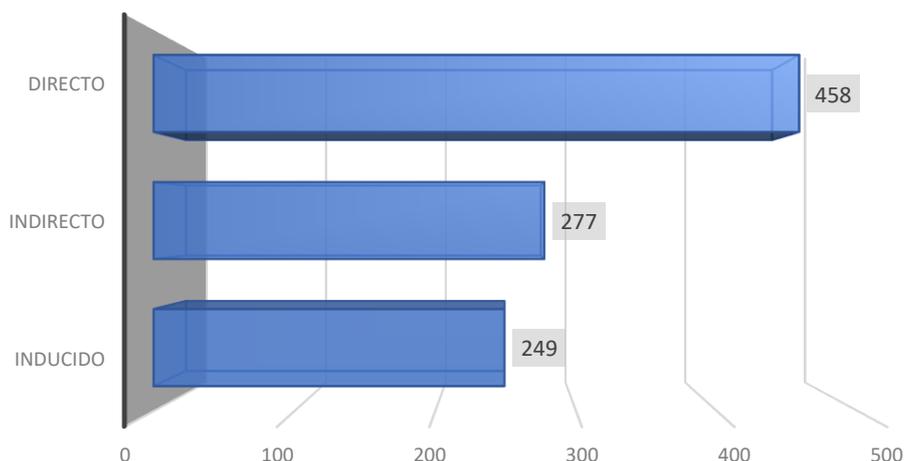


Figura 11. Generación de VAB directo, indirecto e inducido del sector obtentor en España en 2019.²⁵

²⁵ 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).

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

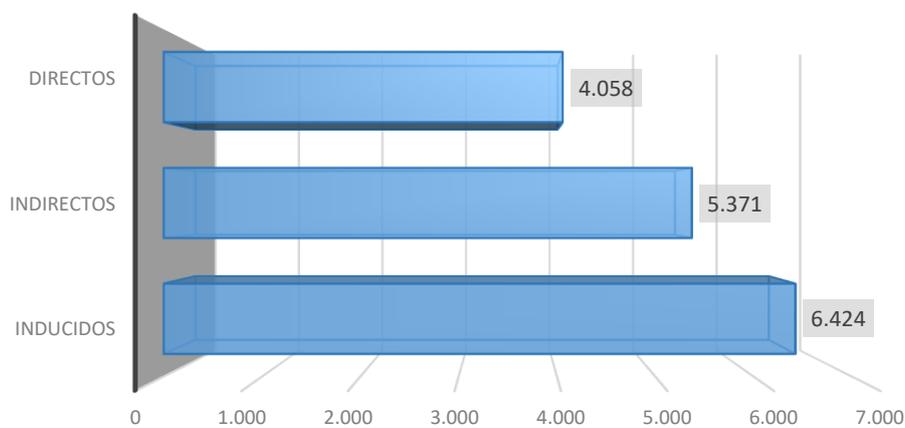


Figura 12. Generación de puestos de trabajo directos, indirectos e inducidos del sector obtentor en España en 2019.

Anexo: Detalle de las principales magnitudes

	Nº de empresas	Facturación (M€)		Trabajadores		Inversión en I+D+i (€)			Trabajadores en I+D+i		
		Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio	% respecto facturación	Total	Promedio	
Según rango de facturación	0 - 1 M€	19	7	0,4	52	3	1.279.953	67.366	1% ^b	53	3
	1 - 5 M€	13	39	3	283	22	4.580.402	352.339	12%	70	5
	5 - 10 €	8	71	9	388	48	9.828.344	1.228.543	14%	101	13
	10 - 20M€	8	133	17	698	87	14.873.104	1.859.138	11%	154	19
	20 - 30 M€	1	25	25	109	109	2.397.837	2.397.837	10%	21	21
	30 - 40 M€	4	144	36	1475	369	29.363.304	7.340.826	20%	456	114
	+40 M€	5	315	63	684	137	43.093.453	8.618.691	14%	268	54
Según sección de cultivo	Cereal	13 ^a	91	7	309	24	9.923.416	763.340	11%	99	8
	Maíz	15 ^a	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
	Frutales	21 ^a	107	5	1.115	53	10.973.102	522.529	10%	96	5
TOTAL	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 dividido 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 facturación no se ha tenido en cuenta los valores del IRTA, IVIA y Phytoplant Research dado que al estar en rangos de facturación inferiores a 1M€, el porcentaje de inversión de este rango estaría sobredimensionado.

Generación de Valor Añadido Bruto del sector (M€)				Generación de puestos de trabajo del sector			
Directo	Indirecto	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 cereal

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 trigo blando.

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 rellenas por las empresas obtentoras.

1. INFORMACIÓN GENERAL

El objetivo de este primer bloque es capturar datos generales sobre la actividad 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	<input type="checkbox"/> Cereales y cultivos proteicos <input type="checkbox"/> Frutales <input type="checkbox"/> Hortícolas <input type="checkbox"/> Maíz, oleaginosas y cultivos industriales <input type="checkbox"/> Otros (indicar):

Indique el valor de las siguientes variables en los últimos 3 años (según calendario natural, fiscal o agrícola)

	2018/2019	2017/2018	2016/2017	
1.5	Volumen de negocio anual de la compañía en España (M€)			M€
1.6	Volumen de negocio anual de la compañía en el subsector del cereal en España (M€)			M€
1.7	Nº de trabajadores equivalentes a tiempo completo (ETC) en España			ETC

1.8	Distribución geográfica del volumen de ventas (%)	Península ibérica Otros países de la UE y EFTA Otros países no incluidos anteriormente	<input type="text"/> % <input type="text"/> % 100 %
1.8	Distribución geográfica del volumen de ventas (%)	Península ibérica Otros países de la UE y EFTA Otros países no incluidos anteriormente	<input type="text"/> % <input type="text"/> % 100 %

Distribución geográfica del volumen de ventas (%)



- Península ibérica
- Otros países de la UE y EFTA
- Otros países no incluidos 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 CEREAL** durante el último ejercicio.

2.1	<p>¿Realiza su empresa actividades de Investigación en el sector del cereal?</p> <p><i>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 como la creación de nuevos genotipos</i></p>	<p>Investigación</p> <p><input type="radio"/> Sí, mediante breeding propio Importe (€)</p> <p><input checked="" type="radio"/> No <input type="checkbox"/> No, pero la externalizamos a través de centros de investigación. Importe anual anterior ejercicio: _____</p> <p><input type="checkbox"/> No, pero la externalizamos a través de centros de investigación. Importe anual anterior ejercicio: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna</p>
	<p>¿Realiza su empresa actividades de Desarrollo en el sector del cereal?</p> <p><i>Se entiende por desarrollo las actividades que aplican los resultados de la investigación para testear las potenciales mejoras encontradas.</i></p>	<p>Desarrollo</p> <p><input checked="" type="radio"/> Sí</p> <p><input type="radio"/> No <input type="checkbox"/> _____</p> <p><input type="checkbox"/> _____</p> <p><input type="checkbox"/> _____</p>
	<p>¿Realiza su empresa actividades de Innovación en el sector del cereal?</p> <p><i>Se entiende por innovación las actividades ligadas con el registro, diseño y puesta en mercado del producto final</i></p>	<p>Innovación</p> <p><input type="radio"/> Sí Importe (€)</p> <p><input checked="" type="radio"/> No <input type="checkbox"/> No, pero la realiza otra empresa del mismo grupo (fuera de España). Importe anual anterior ejercicio: _____</p> <p><input type="checkbox"/> Ninguna</p>

2.2 (*)	Número de trabajadores equivalentes a tiempo completo (ETC) en España dedicado a actividades de I+D+i interna en cereal	DESAGREGADO (opcional, si se dispone de los datos)			
		TOTAL (€)	Investigadores	Técnicos	Auxiliares
2.3 (*)	Gastos en actividades de I+D+i interna en cereal, en € (sin IVA)	DESAGREGADO (opcional, si se dispone de los datos)			
		TOTAL (€)	Coste laboral	Otros gastos corrientes	Costes de capital en I+D+i

Aportación socioeconómica de las empresas del sector obtentor en España

2.4 (*)	Financiación de los gastos en I+D+i interna en cereal	Fondos a cargo de la propia empresa	Fondos sin contrapartida	Fondos con contrapartida							
2.5 (*)	Compra de I+D externa en cereal, en € (sin IVA)	En España (€)				En el resto del mundo (€)					
		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
2.6	Royalties pagados por especie y por año en los 3 últimos años en cereal, en € (compra de variedades registradas)	2018/2019	2017/2018	2016/2017							
	Royalties recibidos por especie y por año en los 3 últimos años en cereal, en € (venta de variedades registradas)										
2.7	Número de variedades registradas en cereal por año en los últimos 3 años	2018/2019	2017/2018	2016/2017							

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

El tercer bloque busca profundizar en el detalle de las iniciativas en el subsector del cereal 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 cereal durante los últimos 3 años

1

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

INICIATIVA 1	
Nombre de la iniciativa	Iniciativa de prueba
Subsector de especialización	<input type="checkbox"/> Trigo blando <input type="checkbox"/> Otros. Indicar:
Periodo de desarrollo Año inicio- Año fin (si finalizada)	Año inicio- Año fin (si finalizada)
Objetivos de la iniciativa	Principales objetivos de la iniciativa
Inversión realizada (€, total)	Inversión total de la iniciativa
Estado de la innovación	Prueba piloto

1

Puntuar en una escala del 0 al 5 cada factor, puntuando con un 0 los factores sin impacto y con un 5 aquellos factores con un impacto muy alto en este eslabón de la cadena.

Impacto de la iniciativa producido en la fase de Producción 	1. Mayores rendimientos	5	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	2. Mayor resistencia a plagas y enfermedades	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	3. Disminución del uso de fertilizantes	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	4. Compensación de los efectos del cambio climático	4	<div style="width: 80%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	5. Disminución del uso de maquinaria para su producción	5	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	6. Disminución de la estacionalidad	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	7. Reducción de la mano de obra	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	8. Mejora el manejo del cultivo	1	<div style="width: 20%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	9. Aumento de las exportaciones	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	11. Otros (indicar)		<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #FFD700;"></div>
	12. Ninguno	<input type="checkbox"/>	
	13. Lo desconozco	<input type="checkbox"/>	
	Impacto de la iniciativa producido en la fase de Transformación 	1. Mejor adaptación a los procesos productivos	3
2. Mejora eficiencia y resultados industriales (reducción mermas, consumos...)		2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
3. Mejora de parámetros técnicos que aporten valor al producto final		4	<div style="width: 80%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
4. Aumento de las exportaciones		3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
5. Otros (indicar)			<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #FFD700;"></div>
6. Ninguno		<input type="checkbox"/>	
7. Lo desconozco		<input type="checkbox"/>	
Impacto de la iniciativa producido en la fase de Transporte/Logística 	1. Optimización del envasado	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	2. Optimización del almacenamiento (espacio, etc)	1	<div style="width: 20%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	3. Mejora resistencia producto durante el transporte sin resentirse la calidad	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	4. Otros (indicar)		<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #FFD700;"></div>
	5. Ninguno	<input type="checkbox"/>	
	6. Lo desconozco	<input type="checkbox"/>	
Impacto de la iniciativa producido en la fase de Distribución 	1. Mayor diversidad de producto	4	<div style="width: 80%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	2. Diferenciación respecto a otros productos	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	3. Mayor disponibilidad de variedades durante el año	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
	5. Otros (indicar)		<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #FFD700;"></div>
	6. Ninguno	<input type="checkbox"/>	
	7. Lo desconozco	<input type="checkbox"/>	
	Impacto de la iniciativa producido en la fase de Consumo (animal y humano) 	1. Mayor diversidad de producto	4
2. Mayor calidad y valor nutritivo		5	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
3. Mejores condiciones organolépticas (sabor, textura, olor, color o temperatura)		2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
4. Mayor disponibilidad de variedades durante el año		2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #90EE90;"></div>
5. Otros (indicar)			<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #FFD700;"></div>
6. Ninguno		<input type="checkbox"/>	
7. Lo desconozco		<input type="checkbox"/>	
Impacto percibido de la iniciativa en cada eslabón de la cadena	1. Producción	5	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: #A9A9A9;"></div>
	2. Transformación	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #A9A9A9;"></div>
	3. Transporte/Logística	2	<div style="width: 40%; height: 10px; background-color: #A9A9A9;"></div>
	4. Distribución	3	<div style="width: 60%; height: 10px; background-color: #A9A9A9;"></div>
	5. Consumo	4	<div style="width: 80%; height: 10px; background-color: #A9A9A9;"></div>

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	<input type="text"/>
Breve descripción	<input type="text"/>
Presupuesto (€)	<input type="text"/>
Tipo de iniciativa	<input type="text"/>
Entidad que otorga el reconocimiento (en caso de externa)	<input type="text"/>
INICIATIVA 2	
Nombre de la iniciativa	<input type="text"/>
Breve descripción	<input type="text"/>
Presupuesto (€)	<input type="text"/>
Tipo de iniciativa	<input type="text"/>
Entidad que otorga el reconocimiento (en caso de externa)	<input type="text"/>

Anexo 3 - La norma sobre calidad del trigo en España

El Real Decreto 190/2013 estableció una categorización en grupos y grados con el objetivo de medir la calidad del trigo en España.

La categorización en grupos numerados es indicativa del uso industrial óptimo para cada trigo (G1: fuerza, G2: fuerza media, G3: panificable, G4: extensible, G5: pienso). Para el trigo blando, se evalúan para cada uno de estos grupos los siguientes 5 parámetros:

- **Contenido de proteína:** medido según la cantidad de nitrógeno que tiene el grano. Indirectamente, sirve para medir el contenido de gluten en el grano. Para producir pan, el contenido de proteína debe ser del 12 o 13%.
- **Fuerza harinera (W):** la cantidad de gluten del cereal determina la fuerza de panificación. A mayor W, mayor fuerza.
- **Relación P/L:** mide la relación entre la tenacidad (P) y la extensibilidad (L) de la masa obtenida con la empleada. Representa el equilibrio de la harina.
- **Índice de caída:** mide la enzima α -amilasa. Los índices altos equivalen a una baja actividad de la enzima y señalan que las propiedades panificadoras de la harina son buenas.
- **Degradación proteolítica:** hace referencia a la pérdida de fuerza panadera. Esta pérdida está provocada, principalmente, por el ataque de los granos por parte de algunos insectos durante el desarrollo de la planta. La actividad proteolítica se considera excesiva cuando disminuye más de un 20% la fuerza harinera.

	Proteína (%)	W	P/L	Índice de caída (segundos)	Degradación proteolítica (%)
Grupo 1	≥ 13	≥ 300	≤ 1,8	≥ 250	< 15
Grupo 2	≥ 12	200 ≤ W < 300	≤ 1,5	≥ 250	< 15
Grupo 3	≥ 11	100 ≤ W < 200	≤ 1,0	≥ 250	< 15
Grupo 4	> 10	< 100	≤ 0,6		
Grupo 5			El resto		

Los grados hacen referencia a las condiciones de entrega y otras variables de las que depende el rendimiento industrial del grano. La norma identifica 3 variables significativas para el trigo blando:

- **La humedad:** el contenido de agua en el grano no puede ser mayor del 12-13% si se quiere almacenar de forma segura. Adicionalmente, a más humedad, menor rendimiento de la molienda.
- **Peso específico** (hectolítrico): mide la relación entre el peso y el volumen de cien litros de grano (expresado en kg/hl). Este parámetro permite hacer una buena estimación de la calidad física del grano y del rendimiento en la molienda.
- **Impurezas:** las impurezas en los granos de trigo pueden provenir de granos brotados, agorrojados, partidos, helados o inmaduros, con punta negra, etc. Cuan menor sea el porcentaje de impurezas, mayor se considera la calidad

	Humedad (%)	Peso específico (kg/hl)	Índice de Caída (segundos)	Impurezas (%)
Grado I	≤ 12	≥ 80	≥ 300	< 2
Grado II	≤ 12,5	≥ 78	≥ 280	< 4
Grado III	≤ 13	≥ 75	≥ 250	< 6
Grado IV	> 13	< 75	≥ 250	> 6

Institut  Cerdà

www.icerda.org



@InstitutCerdà



InstitutCerdà

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