

Sociedad Española de Historia Agraria - Documentos de Trabajo

DT-SEHA n. 11-03

Marzo 2011

www.seha.info



**NUEVAS PERSPECTIVAS EN HISTORIA ECONÓMICA:
INNOVACIONES BIOLÓGICAS Y CAMBIO TÉCNICO EN EL
SECTOR TRIGUERO EUROPEO, SIGLOS XIX-XX**

Josep Pujol-Andreu *

* Departament d'Economia i d'Història Econòmica. Universitat Autònoma de Barcelona. E-mail: josep.pujol.andreu@uab.es

© Josep Pujol-Andreu, Marzo 2011

NUEVAS PERSPECTIVAS EN HISTORIA ECONÓMICA: INNOVACIONES BIOLÓGICAS Y CAMBIO TÉCNICO EN EL SECTOR TRIGUERO EUROPEO, SIGLOS XIX-XX

Josep Pujol-Andreu

Resumen: Este artículo: a) analiza la evolución de las innovaciones biológicas en variedades de trigo entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX, en Gran Bretaña, Francia, Italia y España; y b) muestra que cuando consideramos aquel aspecto de los cambios tecnológicos en la agricultura, se explica mejor la evolución que siguieron en aquellos cuatro países los rendimientos en grano de aquel cereal. El artículo también muestra la diferente incidencia que tuvieron en la evolución de aquellas innovaciones cuatro variables: los progresos científicos en biología y distintos factores ambientales, institucionales y tecnológicos. El artículo también aporta un nuevo indicador sobre la evolución de aquellas innovaciones, que puede ser especialmente útil para determinar mejor la difusión en el tiempo de trigos de tallo corto y semienanos: la producción de trigo por unidad de peso de la paja cosechada.

Palabras clave: Historia agraria, Innovaciones biológicas, Agricultura, Cambio técnico, Historia Económica.

New Perspectives in Economic History: Biological Innovations and Technological Change in European Wheat Productive Sector, 19th and 20th centuries

Abstract: This article: a) analyzes the evolution of biological innovations in wheat varieties from the middle of nineteenth century to the end of twentieth century, in Britain, France, Spain and Italy, and b) shows that when we consider that aspect of the technological changes in agriculture, it explains better the evolution of grain yields in that cereal. The article also shows the impact of the following four variables on these innovations: scientific advances in biology; and other environmental, institutional and technological factors. The article also provides a new indicator on the evolution of these innovations, which can be particularly useful to better determine the distribution in time of short-stemmed and semi dwarf wheat: wheat production per weight unit of the hay harvested.

Key words: Agrarian History, Biological Innovations, Agriculture, Technological Change, Economic History.

JEL: N53, N54, O13, O3O

NUEVAS PERSPECTIVAS EN HISTORIA ECONÓMICA: INNOVACIONES BIOLÓGICAS Y CAMBIO TÉCNICO EN EL SECTOR TRIGUERO EUROPEO, SIGLOS XIX-XX¹

Josep Pujol-Andreu

Las innovaciones biológicas son consustanciales al desarrollo económico, pero no suelen ser consideradas en Historia Económica. En parte esta situación es consecuencia de la escasa información disponible de aquella variable, en relación con la clase de informaciones que historiadores y economistas estamos acostumbrados a utilizar. Aunque sea paradójico, no obstante, la escasa atención de la Historia Económica por las innovaciones biológicas también está relacionada con la marcada tendencia de sus especialistas a minimizar la importancia de los ciclos biológicos en el sector agroalimentario. Por uno y otro motivo, por ejemplo, cuando aquellos especialistas analizan los cambios técnicos en la agricultura, a menudo toman como referencia el modelo de “innovación inducida”, que está mejor adaptado a aquellas actividades poco o nada afectadas, al menos en el corto plazo, por la incidencia de ciclos biológicos (Hayami y Ruttan, 1985).²

Esta situación también afecta, aunque algo menos, a la Historia Agraria. En este caso sus especialistas dan más importancia a aquellas innovaciones, pero su interés por ellas sólo acostumbra a manifestarse cuando su consideración resulta inevitable, y normalmente con respecto a situaciones históricas muy concretas. Un ejemplo en este sentido, son los estudios realizados sobre el sector vitícola y la plaga de la *floxera vástarix*. Salvo muy pocas excepciones, no obstante, cuando los especialistas en Historia Agraria analizan los cambios técnicos en la agricultura, centran más la atención en las innovaciones asociadas con las prácticas, productos e instrumentos de trabajo relacionados con la fertilización del suelo, el cultivo de la tierra y las operaciones de recolección, que en las innovaciones más relacionadas con sus bases biológicas. Este sesgo en las investigaciones es más acentuado aún cuando unos u otros especialistas

¹ Esta investigación se ha financiado con los proyectos SEJ2007-60845 y HAR2010-20684-C02-01. Agradezco los comentarios recibidos de R. Garrabou, R. Nicolau, y E. Felice, y muy especialmente la ayuda proporcionada por J.A. Martín Sánchez, Gemma Capellades y Joan Serra. Ninguna de estas personas es responsable de las deficiencias del texto final.

² Federico (2005).

analizan las distintas relaciones que se han establecido, en el tiempo y en el espacio, entre la evolución de la agricultura y el crecimiento económico.³ Asimismo, aunque es cierto que investigaciones más recientes toman en consideración las condiciones ambientales en la evolución del cambio técnico, la incidencia de esta variable en el desarrollo de la actividad agraria, de nuevo se acostumbra a relacionar, de forma preferente, con la difusión que han tenido en aquel sector las innovaciones químicas y mecánicas.⁴

Las anteriores deficiencias están muy presentes en la Historia Agraria europea. En la historiografía de Estados Unidos, en cambio, las innovaciones biológicas han sido más estudiadas, y las aportaciones que se han realizado en esta dirección son muy destacables.⁵ Como resultado de estas investigaciones, hoy en día no sólo disponemos de una visión más completa de las diferentes circunstancias que han condicionado el crecimiento económico desde el siglo XIX. Aquellas investigaciones también muestran que las relaciones que se han establecido a lo largo del tiempo entre las diferentes líneas de cambio técnico en la agricultura, son más complejas de lo que acostumbrábamos a suponer cuando tomamos en consideración la evolución de sus bases biológicas. Con el fin de avanzar en el estudio de estas relaciones, en este artículo centraré la atención en dos variables: la evolución que siguieron los rendimientos del trigo en Gran Bretaña, Francia, Italia y España, entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX, y los cambios que impulsaron al mismo tiempo en las variedades sembradas de aquel cereal, diferentes sectores de la sociedad.⁶

Gran Bretaña es sin duda el caso más excepcional, porque a pesar de disponer de unas condiciones ambientales muy favorables para la producción de trigo, las políticas económicas que impulsaron sus gobiernos bloquearon durante mucho tiempo su desarrollo. En Francia las condiciones ambientales son similares a las de Gran Bretaña en gran parte de su territorio, pero en este país, como en la mayor parte del continente, sus gobiernos impulsaron el desarrollo del sector triguero para asegurar el abastecimiento interior de aquel producto. En Italia y España las condiciones ambientales son menos favorables a la producción de trigo, pero en ambos países aun resultó más necesario impulsar su crecimiento hasta finales del siglo XX, a causa de los problemas estructurales de sus respectivas balanzas de pagos.

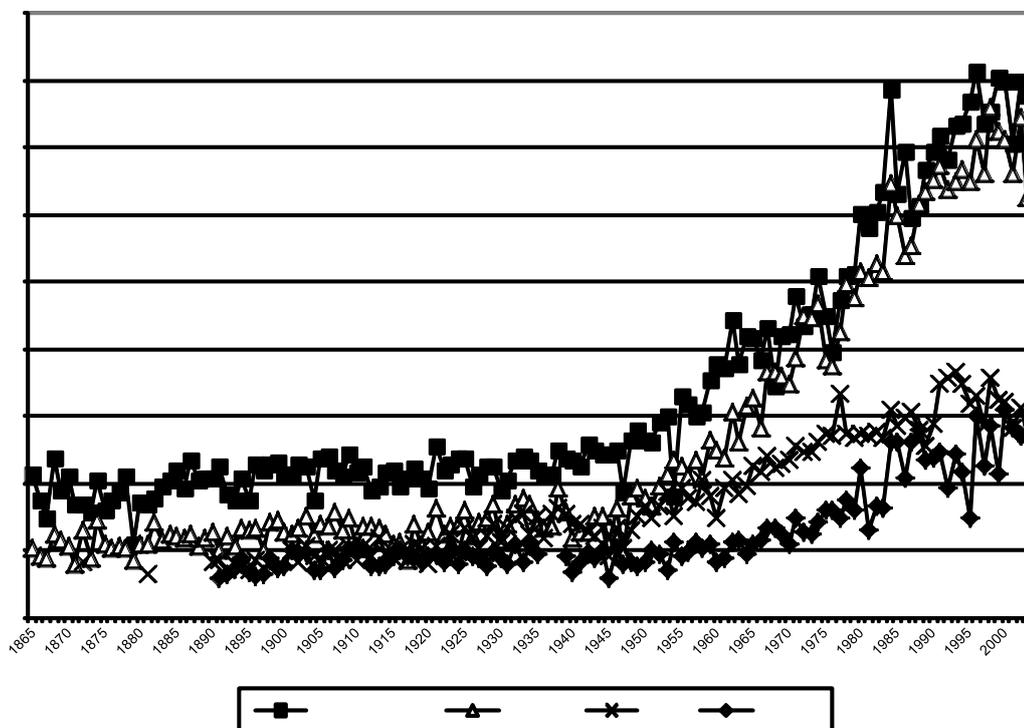
³ Lainz and Pinilla (2008).

⁴ Pujol-Andreu (1999).

⁵ Kloppenburg (1988), Olmstead and Rhode (2008).

⁶ Una primera aproximación a esta investigación, en Pujol-Andreu (2002, 2005)

LOS RENDIMIENTOS POR HECTÁREA Y LAS INNOVACIONES BIOLÓGICAS



Fuentes: A partir de Mitchell (1988, 1998), base de datos de Faostat desde 1960, Barciela et altri (1989), *Boletín Semanal de Estadística y Mercados*, 1891-1902; *Boletín de Agricultura Técnica y Estadística de Mercados*, 1903- 1930, *Anuario Estadístico de la producción Agrícola*, 1929-1971, *Anuario Estadístico de la Producción Agraria*, 1972-1997, y *Anuario de Estadística Agroalimentaria*, 1999-2006.

Para definir mejor el problema que vamos a tratar he elaborado los gráficos 1 y 2, donde muestro la evolución que siguieron en aquellos cuatro países los rendimientos del trigo por hectárea y las superficies sembradas de este cereal. La primera observación que se desprende de aquellos gráficos muestra un hecho bien conocido: las nuevas tecnologías que se difundieron en el sector triguero después de la Segunda Guerra Mundial, permitieron un incremento muy destacable y sostenido de la producción de grano por unidad de superficie. En segundo lugar, el gráfico 1 también muestra que aquellas tecnologías tuvieron una eficacia muy desigual a escala geográfica, porque las diferencias que se observan en la evolución de los rendimientos, en la Europa atlántica (Gran Bretaña y Francia) y la Europa mediterránea (Italia y España), lejos de reducirse

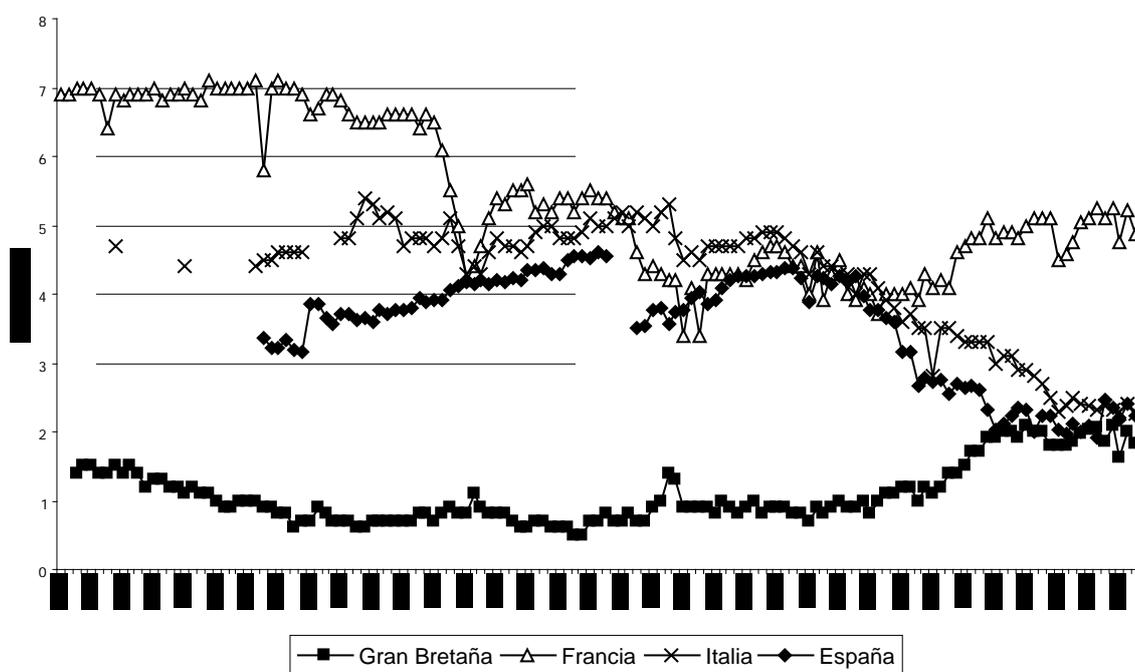
con el paso del tiempo, aumentaron. Las diferencias entre una y otra zona todavía se aprecian más cuando constatamos, en el gráfico 2, que en la segunda mitad del siglo XX las superficies sembradas de trigo aumentaron en Gran Bretaña y Francia, mientras que en España e Italia disminuyeron. Por último, los datos que recogen aquellos gráficos también muestran que los rendimientos por unidad de superficie en el sector triguero español casi siempre fueron muy bajos, y que no fue hasta finales del siglo XX que se situaron en niveles similares a los de Italia.

Hasta la Segunda Guerra Mundial los rendimientos por hectárea en Gran Bretaña debieron ser de los más elevados de Europa, pero sólo aumentaron desde 19 qm/ha en 1865-1869, hasta poco más de 22 qm/ha en 1901-1910. Después fueron muy estables hasta la década de 1930. Al mismo tiempo las superficies sembradas de trigo disminuyeron desde $1,5 \cdot 10^6$ de ha. hasta unas 700.000 ha. solamente, y después fluctuaron en torno a esta última cifra. Los principales logros en el sector triguero británico hasta la Segunda Guerra Mundial, parecen pues estar más asociados a la progresiva disminución de las superficies sembradas de trigo, que a la difusión de nuevas técnicas de producción. En Francia e Italia los rendimientos eran inferiores, pero en ambos casos aumentaron con más intensidad, a pesar de ser también muy superiores en los dos casos las superficies sembradas de aquel cereal. En Francia los rendimientos aumentaron desde 10,5 a 13,5 qm/ha, entre mediados del siglo XIX y la Primera Guerra Mundial, y finalmente se situaron en 15,5 qm/ha en los años de 1930. Al mismo tiempo, las superficies sembradas de trigo se situaron primero entre 6,5 y $7 \cdot 10^6$ de hectáreas, y después disminuyeron en cerca de 1 millón de hectáreas. En Italia los rendimientos tan sólo aumentaron desde 7,8 a 8,5 qm/ha, entre finales del siglo XIX y la Primera Guerra Mundial, pero después lo hicieron con más intensidad, y se acabaron situando en 14 qm/ha en los años de 1930. Cuando esto sucedió, además, las superficies sembradas de trigo también aumentaron, hasta situarse en $5 \cdot 10^6$ de hectáreas. En definitiva, mientras que en Gran Bretaña los rendimientos del trigo ya eran muy elevados a mediados del siglo XIX y aumentaron en torno a un 16% hasta la década de 1930, en Francia aumentaron en cerca de un 50%, y en Italia se doblaron.

En España las superficies sembradas de trigo aumentaron desde algo más de $3 \cdot 10^6$ de hectáreas a finales del siglo XIX, a cerca de $5 \cdot 10^6$ de hectáreas antes de la Guerra Civil, pero los rendimientos tan sólo lo hicieron desde 7 qm/ha en la década de 1890, a poco más de 9 qm/ha en los años de 1930. Durante el primer tercio del siglo XX, en consecuencia, los rendimientos del trigo en España siempre fueron un 65% más bajos

que en Gran Bretaña, y un 50% más bajos que en Francia. Con respecto a Italia las diferencias aumentaron. A finales del siglo del XIX los rendimientos por hectárea eran muy similares, pero en la década de 1930 los rendimientos medios en Italia eran un 35% más altos.

Gráfico 2: Superficies de trigo, Europa 1865-2003



Fuentes: Las mismas del gráfico 1.

Tras la Segunda Guerra Mundial los rendimientos del trigo en Gran Bretaña iniciaron rápidamente la intensa expansión que indicábamos al iniciar este apartado, y se acabaron situando, con 77 qm/ha entre los años 2000 y 2003, en unos niveles entre 3 y 4 veces superiores a los existentes en los años de 1930. En aquel período de tiempo, sin embargo, las superficies sembradas de trigo también aumentaron, desde cerca de $1 \cdot 10^6$ de hectáreas a finales de la década de 1960, a casi $2 \cdot 10^6$ de hectáreas cuarenta años más tarde. En Francia la expansión de los rendimientos fue aun más intensa, y a finales del siglo XX se situaron en 70 qm/ha. En este caso los rendimientos aumentaron pues entre 4 y 5 veces con respecto a los niveles de preguerra. Al mismo tiempo, aunque las superficies sembradas tendieron a disminuir durante las décadas de 1950 y 1960, a partir de este momento volvieron a aumentar, y se acabaron situando en unos niveles parecidos a los de los años de 1930.

La evolución que siguieron los rendimientos del trigo en Italia y en España fue diferente. En Italia los rendimientos también aumentaron rápidamente al terminar la Segunda Guerra Mundial, pero lo hicieron con mucha menos intensidad que en Gran Bretaña y Francia, y desde la década de 1980 quedaron estancados en torno a 30 qm/ha. En España los rendimientos no empezaron a aumentar hasta la década de 1970, y tras quedar también estancados a finales del siglo XX, se situaron en unos niveles parecidos a los italianos. En el sector triguero español los rendimientos pocas veces superaron el nivel de 11 qm/ha hasta 1965, y entre los años 2000 y 2003 se situaron entre 26 y 30 qm/ha. En España, sin embargo, los rendimientos fluctuaron más que en Italia en las décadas de 1980 y 1990. Al mismo tiempo, tanto en Italia como en España las superficies sembradas de trigo disminuyeron con mucha intensidad. En Italia lo hicieron desde $5 \cdot 10^6$ de hectáreas antes de la Segunda Guerra Mundial, a poco más de $2 \cdot 10^6$ de hectáreas entre los años 2000 y 2003. En España disminuyeron desde $4,5 \cdot 10^6$ de hectáreas hasta $2,3 \cdot 10^6$ de hectáreas.

La reducción de las superficies sembradas de trigo en Italia y España, no fue sin embargo el principal factor explicativo del aumento que observaron al mismo tiempo los rendimientos en la segunda mitad del siglo XX. Es más, tanto en un caso como en el otro podemos concluir que las superficies sembradas de trigo no se redujeron, hasta que los rendimientos por hectárea aumentaron con suficiente intensidad. En Italia la producción interior de trigo pasó de $70,9 \cdot 10^6$ de qm. entre 1931 y 1935, a $84,9 \cdot 10^6$ de qm. entre 1986 y 1990, y se acabó situando en $77 \cdot 10^6$ de qm. en el último quinquenio del siglo XX. En España la producción interior aumentó primero desde $43,6 \cdot 10^6$ a $53,9 \cdot 10^6$ de qm., y después lo hizo hasta $60 \cdot 10^6$ de qm.

El intenso crecimiento de los rendimientos del trigo en el conjunto de la Europa occidental en la segunda mitad del siglo XX, debe pues asociarse, sobre todo, con la difusión de un nuevo conjunto de innovaciones relacionadas con el desarrollo vegetativo de aquel cereal. La Historia Agraria ha destacado en este sentido, aunque con escasas evidencias cuantitativas, la elevada incidencia que tuvieron en la evolución de los rendimientos dos grupos de innovaciones muy relacionadas entre ellas: la difusión de nuevas técnicas de fertilización y nuevos tratamientos fitosanitarios, y la difusión de nuevas variedades de trigo más productivas. No parece que tuvieran sin embargo una especial incidencia en la evolución de los rendimientos, la evolución de las superficies

regadas.⁷ De forma más precisa, recientes investigaciones desde las Ciencias Agronómicas concluyen que las innovaciones en variedades de trigo explican en cerca de un 50% el aumento de los rendimientos de este cereal en Gran Bretaña, Francia, Alemania, Noruega, Hungría, Estados Unidos y Canadá, durante la segunda mitad del siglo XX.⁸ El mismo resultado se ha obtenido para España, en una reciente investigación que toma como referencia las variedades de trigo sembradas en Cataluña entre 1977 y 2008.⁹

Estas mismas investigaciones también muestran que una de las principales características de aquellas innovaciones fue reducir la altura de la planta, porque fue en gran parte por este motivo que los rendimientos del trigo pudieron aumentar con tanta intensidad. De un lado, la menor altura de las nuevas variedades de trigo permitió que los efectos de la fotosíntesis pudieran concentrarse más en la producción de grano, y esta circunstancia aumentó significativamente la productividad potencial de la planta. Del otro, aquella misma característica morfológica aumentó la resistencia de las plantas a inclinarse en exceso en las últimas fases de su desarrollo (encamado), cuando el peso de la espiga es mayor, y esta circunstancia permitió que los agricultores pudieran abonar más y mejor las superficies sembradas con aquel cereal. Por uno y otro motivo, en definitiva, durante la segunda mitad del siglo XX no sólo aumentaron los rendimientos del trigo por unidad de superficie. Muy probablemente también aumentó la producción de grano por unidad de peso de paja cosechada, como muy bien se ilustra ahora, para el caso español, en el gráfico 3. En aquel período también aumentó la producción de paja por hectárea, aunque con menor intensidad, a causa del mayor número de tallos por planta que proporcionaban las nuevas variedades (ahijamiento). Por último, aquellas investigaciones también muestran que el potencial productivo de las nuevas variedades de trigo era mucho mayor en la Europa atlántica que en la Europa mediterránea, porque en aquella parte de Europa pueden cultivarse variedades de trigo de ciclos vegetativos más largos. En la Europa mediterránea, en cambio, las condiciones pluviométricas y de temperatura, especialmente en primavera y verano, adelantan en el tiempo el desarrollo y la maduración del grano, y esta circunstancia reduce mucho la productividad de la

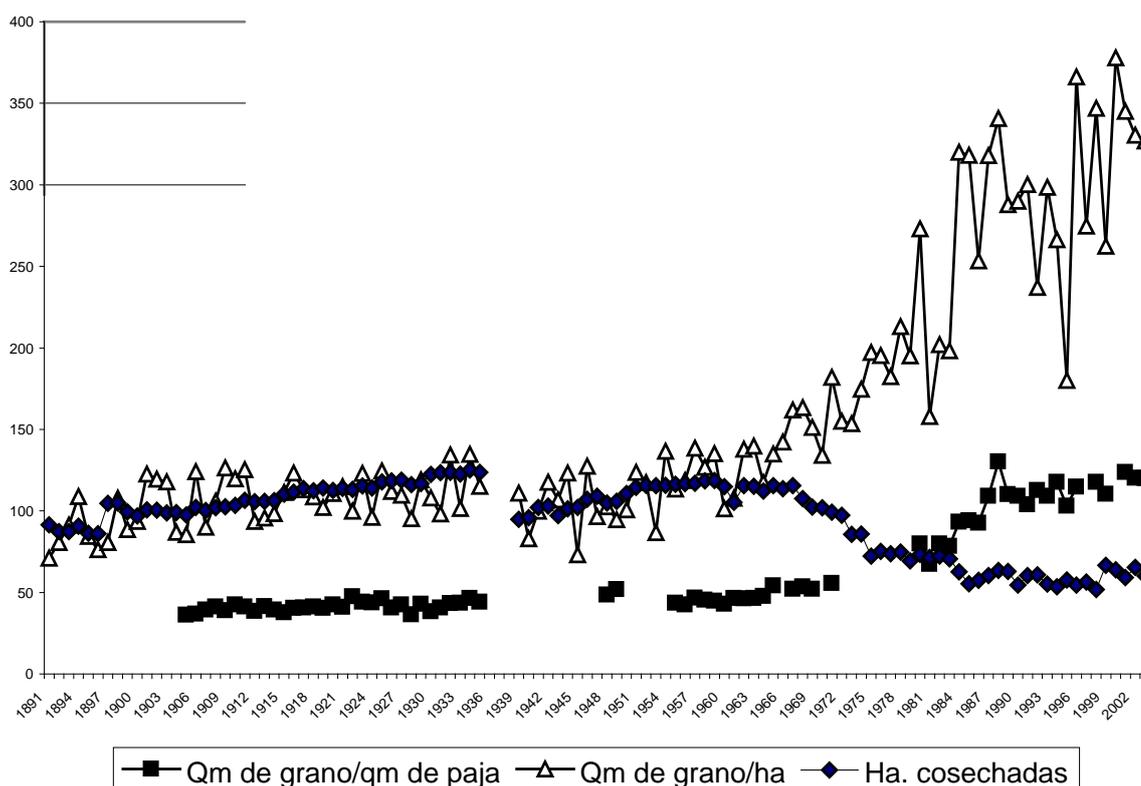
⁷ En España, las superficies de trigo en secano siempre representaron entre el 90 y el 95% de las superficies sembradas con aquel cereal. Asimismo, mientras que los rendimientos del trigo en regadío, aumentaron desde unos 20 qm/ha en torno a 1960, a unos 43 qm/ha en torno al año 2000, en secano lo hicieron desde 10 qm/ha a cerca de 25 qm/ha.

⁸ Brancourt-Hülmel, et al. (2003), pp.37-38; Roll-Hansen (2000), p. 1109. Para más información, Slafer, Satorre, Andrade (1994); Royo et al. (2007), pp.259-260.

⁹ Voltes et al. (2009), pp. 32-34.

planta. Mientras que la siega del trigo debe realizarse en esta zona de mediados de junio a mediados de julio, en el centro y el norte de Europa, y las regiones más septentrionales de Italia, las operaciones de recolección empiezan más tarde y pueden alargarse hasta finales de agosto.

Gráfico 3: Índices de las variables que se indican (1905/1907=100)



Fuentes: A partir del *Boletín Semanal de Estadística y Mercados*, 1891-1902; *Boletín de Agricultura Técnica y Estadística de Mercados*, 1903- 1930, *Anuario Estadístico de la producción Agrícola*, 1929-1971, *Anuario Estadístico de la Producción Agraria*, 1972-1997, y *Anuario de Estadística Agroalimentaria*, 1999-2006.

Con estas referencias, en los apartados siguientes analizaré la evolución que siguieron las variedades sembradas de trigo desde finales del siglo XIX, y las diversas circunstancias, ambientales, institucionales y tecnológicas, que condicionaron esta clase de innovaciones. Para ello centraré primero la atención en el período anterior a la década de 1940, porque en este período se establecieron las bases científicas y técnicas de los procesos de cambio que se desarrollaron después de la Segunda Guerra Mundial.

LAS INNOVACIONES DE VARIEDADES EN EL SECTOR TRIGUERO TRADICIONAL: LA IMPORTANCIA DE LA PAJA

En efecto, aunque las innovaciones biológicas en las variedades de trigo durante la segunda mitad del siglo XX se asocian a menudo a las actividades del CIMMYT, en México, desde 1963, sus bases científicas ya estaban definidas en torno a 1900, cuando E. Carl Correns, E. Von Tschermak, y Hugo de Vries redescubrieron las leyes de Mendel y sentaron los principios de la genética. A partir de este cambio científico las actividades relacionadas con la producción de nuevas variedades de trigo aumentaron su eficacia, pero también se hicieron más complejas, y esta circunstancia exigió el desarrollo de nuevas instituciones, públicas y privadas, orientadas a obtener nuevas variedades de aquel cereal según las necesidades específicas de cada región.¹⁰ Durante el primer tercio del siglo XX, sin embargo, los mejoradores de variedades de trigo no sólo debían intentar aumentar la producción de grano por hectárea. En aquel período la principal fuerza de tracción en las operaciones de cultivo y recolección, y en el transporte a corta distancia, seguía siendo el ganado de labor, y esta circunstancia hacía que la paja fuera un recurso muy valorado. La paja era necesaria para la preparación de abonos y camas para el ganado, y para la alimentación del ganado mayor y el ovino. En el caso de España, por ejemplo, los ingresos que proporcionaba la paja entre 1903 y 1931, representaron el 16% de todos los ingresos que proporcionaba una hectárea de trigo. Este porcentaje era incluso más elevado en el litoral mediterráneo, donde se situaba entre el 18 y el 28%; y en la vertiente cantábrica y Galicia, donde se situaba entre el 23 y el 35%.¹¹

Hasta la Segunda Guerra Mundial, en definitiva, para que las variedades de trigo fueran aceptadas por los agricultores no sólo debían mejorar los rendimientos en grano de aquel cereal por unidad de superficie. Las nuevas variedades de trigo también debían asegurar una producción de paja adecuada según las necesidades ganaderas y de materias fertilizantes de cada región, y esta circunstancia hacía necesario sembrar trigos altos y resistentes al encamado. Cuando este accidente aparecía, como consecuencia de un excesivo peso de la espiga, un abonado inapropiado, una lluvia a destiempo o vientos fuertes, las plantas eran más sensibles a las enfermedades que afectaban al sector, y las operaciones de la siega se encarecían además de forma substancial. El encamado podía

¹⁰ Kloppenburg (1988), pp. 66-129, Busch (1997), pp.243-247.

¹¹ Cálculos realizados a partir de Junta Consultiva Agronómica (1915, 1923) y *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* (1930,1931).

llegar incluso a impedir el uso de segadoras si se disponía de ellas. Todavía en la década de 1940, de otro lado, aunque ya era conocido que en Japón se cultivaban trigos de menor altura, los mejoradores de variedades de este cereal en Europa y Estados Unidos, creían que los trigos altos eran los que proporcionaban mayores rendimientos.¹²

En este contexto, no obstante, las diferencias en el marco institucional generaron distintas estrategias de innovación a escala europea. Aunque el desarrollo del modelo de explotación agraria conocido como *high farming*, se ha asociado a menudo con el objetivo de los agricultores británicos de aumentar los rendimientos en grano del trigo para la elaboración de pan, su desarrollo estuvo más directamente relacionado con la expansión de la actividad ganadera en aquella parte de Europa. Por este motivo, ya a finales del siglo XVIII los agricultores y mejoradores de plantas, de Escocia e Inglaterra, empezaron a seleccionar trigos altos, de elevados rendimientos y resistentes al encamado, pero de bajo contenido en gluten, y esta tendencia se acentuó aun más durante el siglo XIX, cuando los precios del trigo tendieron a disminuir. A consecuencia de este proceso, las harinas de trigos británicos fueron cada vez menos aptas para la elaboración de pan, si no se mezclaban con otras harinas de importación, y muy a menudo se utilizaban para la elaboración de galletas, que tenían un consumo muy elevado en la Armada Británica. Un estudio sobre la química del trigo publicado en 1886, mostraba que los trigos Rivet casi no tenían gluten, y que el contenido en peso seco de esta proteína en las semillas, en el resto de variedades analizadas, iba desde un 14,5% (Squareheads) a un 27,6% (Rough Chaff). En el caso de los trigos de importación los porcentajes más comunes iban del 16 al 32%.¹³

En las décadas siguientes las políticas arancelarias de los gobiernos británicos provocaron que el abastecimiento de trigo de aquel país acabara dependiendo casi totalmente de las importaciones, y esta circunstancia acentuó aun más aquel proceso de cambios biológicos.¹⁴ Según el índice de Pelshenke, que sitúa en 30 el valor mínimo de las harinas de trigo para que sean panificables, en 1934 las harinas de trigos británicos tenían unos valores que iban de 12 a 15. En cambio, aquel índice podía alcanzar el nivel de 80 y 110, respectivamente, para las harinas de trigo procedentes de la Europa occidental y del este de Europa, y se situaba entre 80 y 240 para las harinas de trigo

¹² Dalrymple (1988), pp. 27-30; Walton (2002), pp. 34-39; Kingsbury (2009), pp. 277-279.

¹³ Walton (1999).

¹⁴ Percival (1934), 72.

procedentes de Canadá.¹⁵ Las principales mejoras en esta dirección en Gran Bretaña, no se iniciaron de hecho hasta que se creó el Plant Breeding Institut de Cambridge, en 1912, y se desarrollaron las variedades Yeoman I (1916), Yeoman II (1924) y Holdfast (1936).¹⁶ Estas variedades se obtuvieron a partir de la variedad Browick, inglesa, y de las variedades canadienses Red Fife y White Fife, que habían sido desarrolladas a su vez en aquel país durante el siglo XIX, a partir de un trigo de Ucrania.¹⁷ En los años de 1930, de todos modos, las variedades de trigo de mayor cultivo en Gran Bretaña seguían perteneciendo a los grupos de trigos autóctonos Squareheads o Red Standard, mejorados sólo por selección genealógica (ver cuadro 1 del apéndice).¹⁸

Los trigos ingleses fueron sin embargo muy utilizados en el desarrollo de nuevas variedades por cruzamiento en el continente, precisamente por las características de su caña, junto con otras variedades procedentes del este de Europa.¹⁹ De los 46 flujos de variedades de trigo que he podido documentar para el conjunto de la Europa occidental entre 1823 y 1913, 35 procedían de Escocia e Inglaterra y tenían como destino la Europa atlántica continental.²⁰ Por el contrario, entre la segunda mitad del siglo XIX y la Segunda Guerra Mundial, mientras que en Gran Bretaña se cultivaron 14 nuevas variedades comerciales de trigo desarrolladas en aquel país, en Francia se cultivaron, como mínimo, 25 (ver cuadro 1 del apéndice). El mayor desarrollo de esta clase de innovaciones en la Europa atlántica continental todavía se apreciaría más si consideráramos las nuevas variedades de aquel cereal que se obtuvieron por hibridación en Holanda, Alemania y Suecia, y la incipiente difusión de algunas de ellas en la agricultura británica en la década de 1930. En su estudio de 1934, Percival indica que en Gran Bretaña se cultivaban en aquel momento 12 trigos de invierno procedentes de otros países, principalmente de Francia, o desarrollados a partir de ellos por selección, y 8 trigos de primavera procedentes de Suecia.

En Francia destacaron especialmente las actividades de innovación que desarrollaron las empresas de semillas, y en especial la empresa fundada por Ph. V. L.

¹⁵ Arana (1934, p.447).

¹⁶ Palladino (1996), 116-123.

¹⁷ Angus (2001), pp. 111-117; Kingsbury (2009), pp.169-173. También fue destacable por sus rendimientos en grano la variedad Little Joss, obtenida entre 1908 y 1911, aunque su fuerza harinera siguió siendo muy reducida.

¹⁸ Percival (1934), p. 123.

¹⁹ Lupton (1987), pp. 53-61; Pujol-Andreu (2005), p. 61-62; Angus (2001), pp. 111-117;.

²⁰ De gran Bretaña destacaron, entre otras variedades, distintas selecciones de P. Shirreff, A.D. Shirreff y Hallett, o lo trigos Prince's Prolific, Prince Albert, Ambrose Standup, y Goldendrop. En las hibridaciones también se utilizaron trigos del este de Europa, como los trigos Noé o de Aquitania. (Percival (1934), pp. 91-129), Pujol-Andreu (2002), pp. 69-72).

de Vilmorin en 1815 (ver cuadro 1 del apéndice).²¹ Esta empresa proporcionó un primer catálogo de semillas a mediados del siglo XIX, impulsó el primer centro de formación de mejoradores de variedades de Francia, a finales del mismo siglo, y a partir de 1883 inició la comercialización de sus propios trigos con la variedad Dattel. Como resultado de sus actividades, los trigos Bordier, Trésor, Hâtif Inversable y Bon Fermier, entre otros, ocupaban cerca del 30% de las superficies sembradas de trigo en aquel país en 1918. No obstante, estas variedades se difundieron sobre todo en las regiones del centro y el norte, que es donde los rendimientos del trigo siempre fueron más elevados. La difusión de aquellas variedades fue en cambio poco significativa en las regiones más meridionales, donde sólo los trigos Noé, o de Aquitania, procedentes de Rusia, alcanzaron un cierta importancia en el sudoeste. Durante las décadas de 1920 y 1930, los trigos que alcanzaron mayor difusión, de nuevo en las regiones de centro y el norte, fueron las variedades Alliés y Vilmorin 23, 27 y 29, que llegaron a proporcionar, entre 1918 y 1938, cerca de 40 kg más de grano por hectárea y año, que las variedades de trigo cultivadas hasta entonces.²² En 1937 se sembraron 2,2.10⁶ de hectáreas con la variedades de Vilmorin, 1,1.10⁶ de hectáreas con otras variedades mejoradas, desarrolladas también en Francia, y cerca de 2.10⁶ de ha. con trigos autóctonos o procedentes de otros países.²³ En 1949 las variedades autóctonas ya sólo ocupaban sin embargo el 10% de las superficies sembradas de trigo.²⁴ Los trigos de Vilmorin también alcanzaron una importante difusión en Gran Bretaña, Bélgica, Holanda y Alemania, donde fueron utilizados a menudo en el desarrollo de nuevas variedades.

En estos tres países y en Suecia, como en la mayor parte de la Europa continental, el protagonismo de las instituciones públicas en el desarrollo de aquellas innovaciones fue mucho mayor.²⁵ A consecuencia de estas iniciativas, L. Broekema desarrolló en Holanda los trigos Wilhelmina y Juliana, que llegaron a ocupar el 70% de las superficies sembradas en invierno con aquel cereal entre 1931 y 1935. La primera variedad la obtuvo en 1890 a partir de una variedad inglesa Squarehead y la variedad

²¹ En 1921 se fundó el Institut de Reserches Agronomiques de Paris, y en 1923 el Centre de Reserches Agronomiques de Versailles.

²² Vilmorin et Menuisier (1918); Bonjean et al. (2001), pp. 140-149; Brancourt-Hulmel et al. (2003), pp. 38-39; Kingsbury (2009), pp.107-109.

²³ Sala Roca (1948), pp. 135-138.

²⁴ Belderock et al. (2000), pp. 236-240.

²⁵ Bélgica: Research Station for Plan Breeding at Gembloux (1872) y Station du Selection du Boerenbond (1925); Holanda: Plan Breeding Institut at Wageningen (1912) y Station de Recerches Agronomiques de Groningen (1889); Suecia: Plant Breeding Station at Svalöf (1886) y Landskrona (1904); Alemania: Plant Breeding Institut Munich (1872), Breslau (1872), Halle (1863) y Hohenheim (1905) (Pujol-Andreu (2002), p.70-72; Pujol-Andreu (2005), p. 59).

autóctona Spijk. La segunda variedad la obtuvo en el año 1903, a partir de las variedades Wilhelmina y Essex, originaria también esta última de Gran Bretaña. Aquellas dos variedades también se difundieron en este último país, en Bélgica y en Alemania.²⁶ En el caso de Suecia se estimaba que la difusión de nuevas variedades de trigo entre finales del siglo XIX y la década de 1940, permitió aumentar en un 30% los rendimientos del trigo en las siembras de invierno, y en un 12% en las de primavera. En el caso de Alemania se estimaba que aquellas innovaciones habían aumentado los rendimientos del trigo entre un 20 y un 25%, entre 1880 y 1935.²⁷

Las innovaciones en variedades de trigo en Italia merecen una consideración especial (ver cuadro 1 del apéndice).²⁸ Los técnicos italianos, entre los que destacó inicialmente F. Todaro, intentaron en un principio adaptar a las condiciones ambientales de aquel país los nuevos trigos que se obtenían en el centro y el norte de Europa, pero esta estrategia de mejora debió ser abandonada, porque aquellas variedades degeneraban con rapidez. F. Todaro también intentó obtener nuevas variedades de aquel cereal con la selección genealógica dentro de los trigos autóctonos, pero las nuevas variedades que obtuvo en esta dirección sólo mejoraron a escala local los rendimientos.²⁹ Desde principios del siglo XX, N. Strampelli optó sin embargo por una estrategia distinta de mejoras, que acabó teniendo importantes repercusiones a escala mundial.

Este agrónomo y genetista basó su estrategia en la hibridación del trigo italiano Rieti con nuevas variedades de trigo de otras procedencias, y se separó así de la práctica dominante entre los mejoradores de trigo de Italia, consistente en desarrollar nuevas variedades de este cereal a partir de la selección genealógica de trigos indígenas. En sus primeras hibridaciones Strampelli utilizó trigos procedentes de Francia, y los resultados que obtuvo no tuvieron, de nuevo, demasiado éxito. Esta situación cambió no obstante a partir de 1913, cuando utilizó en las hibridaciones la variedad holandesa Wilhelmina y la variedad japonesa Akagomughi. Los nuevos trigos que obtuvo Strampelli con estos cruzamientos fueron rápidamente aceptados por los agricultores tras la Primera Guerra Mundial, y esta circunstancia provocó un cambio general en las estrategias de innovación que seguían en Italia los mejoradores de variedades de trigo.

²⁶ Haan (1957); Zeven (1990).

²⁷ Sala Roca (1948), pp. 146-147; Lupton (1992), p. 40; Porsche and Taylor (2001), pp. 176-183.

²⁸ Los principales centros de innovación en Italia fueron: la Regia Stazione di Granicoltura di Rieti (1907), el Istituto azionale di Genética per la Cerealicultura di Roma (1919), y el Istituto di Allevamento per la Cerealicultura di Bologna (1920), impulsado este último centro por la empresa de semillas Società Produttori Sementi (1911).

²⁹ Felice (2004), pp. 23-25

Los nuevos trigos de Strampelli llegaban a proporcionar más de 40 qm/ha en las mejores tierras de cultivo del norte de Italia, eran muy resistentes al encamado y tenían buena calidad para la panificación. De entre los nuevos trigos que obtuvo aquel genetista destacaron las variedades de trigo panificable Villa Glori, Damiano Chiesa, Mentana y Ardito, que de nuevo se difundieron sobre todo, como las variedades de Vilmorin en Francia, en el centro y el norte del país. Es decir, en aquellas regiones donde las condiciones ambientales eran más favorables al desarrollo de la planta, y los rendimientos en grano también eran, en consecuencia, más elevados. En el sur alcanzó en cambio una difusión muy destacable la variedad de trigo duro Senatore Capelli, obtenida por selección de un trigo del norte de África. En 1934 la variedad Mentana ocupaba el 20,4% de todas las superficies sembradas de trigo en el país, la variedad Senatore Capelli ocupaba el 10%, y las variedades Damiano Chiesa y Villa Glori ocupaban, respectivamente, el 5,6% y el 4,9%.³⁰ A pesar de las nuevas posibilidades que ofrecía el trigo Akagomughi, no obstante, en los años de 1930 todavía no se consideraba conveniente reducir la altura de la planta, y sólo una de las creaciones de Strampelli, el trigo Ardito, de unos 100 cm de altura, era claramente más bajo que las variedades que se sembraban en aquel momento. En 1934 esta variedad sólo se sembraba sin embargo en el 0,9% de las superficies sembradas de trigo, aunque ya se empezaba a utilizar en nuevas hibridaciones que tendrían una elevada importancia tras la Segunda Guerra Mundial (ver cuadro 2 del apéndice).³¹

Pero las actividades de los mejoradores de variedades de trigo en Italia tuvieron un alcance mucho mayor. En 1937, la empresa de semillas fundada por Todaro en 1911, Società Produttori Sementi, desarrolló nuevas hibridaciones con la variedad japonesa Saitama 27, que presentaba una importante diferencia con respecto a la variedad Akagomughi.³² Aunque esta última variedad incorporaba los genes Rht8 y Rht9, que permitían reducir la altura del trigo, los resultados que se obtenían en esta dirección eran inestables porque el crecimiento de la planta seguía dependiendo mucho de los niveles de fertilización. La variedad Saitama 27, en cambio, permitía producir trigos comerciales semienanos, porque incorporaba los genes Rht1 y Rht3. Estos genes

³⁰ De Angelis (1935); Felice (2004), pp. 78-79, 118-119, 134-140; Borghi (2001), pp. 296-300

³¹ Borojevic & Borojevic (2005), pp. 455-459.

³² Borghi (2001), pp.297-298; Felice (2004), pp. 135-140, 179.

insensibilizan a las plantas de la acción de la Giberelina, que es la hormona responsable de su crecimiento.³³

Las innovaciones en variedades de trigo tuvieron sin embargo muy poca incidencia en España, a pesar de las numerosas iniciativas que también se realizaron en esta dirección desde la década de 1880.³⁴ Como en el caso de Italia, los técnicos españoles también intentaron aclimatar a las distintas regiones del territorio los trigos que se obtenían en la Europa atlántica, pero las actividades que desarrollaron en esta dirección fracasaron, porque aquellos trigos habían sido seleccionados para unas condiciones ambientales muy diferentes. Como en Italia, aquellas variedades degeneraban rápidamente y “no podían competir con las variedades del país”. Tras la Primera Guerra Mundial, los técnicos encargados de los centros españoles de investigación optaron por ensayar las nuevas variedades de Strampelli, y otras variedades procedentes de zonas con condiciones ambientales similares, pero los resultados que obtuvieron tampoco respondieron a las “esperanzas que en ellos se pusieron”. A consecuencia de este nuevo fracaso, los responsables de aquellas actividades optaron por mejorar los trigos autóctonos por selección genealógica, y más tarde mediante hibridaciones, pero en ambos casos los resultados que obtuvieron también fueron muy limitados. Los nuevos trigos que obtuvieron eran en su gran mayoría selecciones y tuvieron muy poca difusión (Vitoria 8 y 9, Castilla 1, Moncloa 6, 8, 27, Catalán Blanco 6 y Rieti Navarro 25 y 27).³⁵

En resumen, desde finales del siglo XIX las innovaciones en variedades de trigo ocuparon un lugar destacado en los procesos de cambio técnico en el sector triguero, aunque su desarrollo estuvo muy condicionado por la elevada importancia que seguía teniendo la paja en las explotaciones agrarias. Por este motivo los mejoradores de trigo no sólo perseguían aumentar los rendimientos en grano de este cereal. También debían aumentar la resistencia de las plantas al encamado y a las enfermedades que afectaban al sector, y, en el caso de la Europa continental, aumentar también el contenido en gluten de las semillas. Los progresos científicos y tecnológicos anteriores a la Segunda Guerra Mundial, no obstante, sólo consiguieron mejorar las variedades sembradas de este cereal

³³ Borojevic and Borojevic (2005), pp. 455-456; Worland and Petrovic (1988), pp.55-56.

³⁴ Entre los nuevos centros que se impulsaron para desarrollar aquellas innovaciones, destacaron la Estación de Ensayo de Semillas de La Moncloa (1908), el Instituto de Cerealicultura (1929), la Granja Regional de Castilla la Vieja (1923), el Instituto de Mejora de Plantas de Navarra, y el Servei de Terra Campa en Cataluña (1923) (Pujol-Andreu (2002), pp. 74-80; Pujol-Andreu (2005), p.63).

³⁵ Sobre la difusión de estos trigos en España: Sala Roca (1948), pp. 136-147; Soler y Coll (1935), pp. 51-67.

en el centro y el norte de Europa, o en aquellas regiones de la Europa mediterránea con condiciones ambientales similares a las de aquella parte del continente. En el sur de Francia e Italia, y en la mayor parte de España, en cambio, los trigos autóctonos seguían siendo predominantes en la década de 1930, y esta circunstancia contribuyó sin duda a mantener particularmente bajos los rendimientos en grano de aquel cereal en España.³⁶

LA REDUCCIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA Y LA EXPANSIÓN DE LOS RENDIMIENTOS

Las innovaciones biológicas en variedades de trigo cambiaron definitivamente de dirección tras la Segunda Guerra Mundial, cuando técnicos y productores de semillas incluyeron entre sus objetivos desarrollar nuevas variedades de aquel cereal de mayor rendimiento potencial. Es decir, nuevas clases de trigo de menor altura y tallo grueso, mayor poder de ahijamiento y número de espigas, e insensibles al fotoperíodo.³⁷ Este cambio fue consecuencia, de un lado, de los resultados que se iban acumulando en los centros de experimentación de variedades desde la década de 1930, japoneses, italianos y franceses primero y de Estados Unidos después, porque mostraban que los trigos de tallo corto y semienanos podían proporcionar elevados rendimientos sin encamarse, con mayores dosis de abonos. Aquel cambio de dirección en las innovaciones biológicas también fue posible, no obstante, porque la importancia económica de la paja disminuyó de forma substancial, a causa de la creciente motorización de las operaciones de transporte, cultivo y recolección, la mayor disponibilidad de fertilizantes minerales y productos agroquímicos a precios reducidos, y la utilización nuevos alimentos para la ganadería.

Durante la segunda mitad del siglo XX, los centros de investigación y las empresas de semillas también intentaron desarrollar nuevas variedades comerciales de trigo con heterosis, o vigor híbrido, como ya se había conseguido en el maíz en los años de 1930. Estas iniciativas sin embargo fracasaron, y los agricultores pudieron seguir utilizando sus propias producciones para la reposición de las semillas.³⁸ El

³⁶ Sobre el impacto de aquellas innovaciones a escala mundial, Olsmted y Rhode (2007).

³⁷ García Olmedo (2009), p. 185. La insensibilidad al fotoperíodo favorece un adaptación más amplia y surgió como consecuencia de la selección alternativa del mismo material, en dos ambientes muy diferentes (“shuttle breeding”) (Explicación de J.A. Martín Sánchez).

³⁸ Sobre estas actividades, ver Knudson and Ruttan (1988) y distintos apartados en Bonjean and Angus (2001).

mantenimiento de estas actividades no impidió en ningún caso el desarrollo de las innovaciones biológicas que estamos analizando, porque las semillas debían renovarse periódicamente y aquellas actividades de innovación fueron favorecidas por el Convenio de la Unión Internacional de Protección de Obtenciones Vegetales, firmado en 1961 y vigente desde 1968.³⁹

Un avance importante en la nueva dirección que tomaron las innovaciones biológicas fue sin duda la obtención del trigo NORIN 10 en los centros de experimentación de Japón en 1925, a partir de las variedades Daruma, procedente de Corea, y de las variedades Turkey Red y Fultz, procedentes de Estados Unidos. La nueva variedad incorporaba los genes del enanismo Rht1 y Rht2, y tras distribuirse con éxito entre los agricultores japoneses en 1935, fue introducida en Estados Unidos en 1946. El desarrollo de nuevas variedades comerciales de trigos semienanos tardó sin embargo algunos años, pero esta circunstancia no impidió que la altura de las plantas de trigo empezara ya a disminuir en aquel país en las décadas de 1950 y 1960, a consecuencia de nuevas selecciones de las variedades ya existentes. En 1961, Orville A. Vogel obtuvo finalmente la variedad Gaines (NORIN 10 x Brevor 14), y a partir de este momento la difusión de los trigos semienanos fue muy rápida. En 1968 las variedades semienanas dominaban la producción de trigo en los estados del noroeste, y en 1974 en el conjunto de Estados Unidos.⁴⁰ Al mismo tiempo, desde la década de 1950 el trigo NORIN 10 y sus derivados, así como los nuevos trigos italianos de Strampelli y Todaro, fueron incorporados al programa de investigaciones que Bourlaug desarrollaba en México desde 1943, y se convirtieron en el principal soporte genético de la Revolución Verde en el sector triguero.⁴¹

En Europa la difusión de las nuevas variedades semienanas fue más tardío que en Estados Unidos, y se desarrolló además de forma muy diferente a escala geográfica. De un lado, las nuevas variedades de trigo seguían siendo sensibles a las condiciones ambientales de cada región, y éstas eran muy diversas en el continente. En Europa, además, las variedades de trigo eran difíciles de sustituir tras siglos de adaptación a las condiciones ambientales de cada zona productora, y más cuando aquellas variedades

³⁹ http://www.upov.int/es/about/upov_convention.htm.

⁴⁰ Peterson et al. (2001), 416-417. Darymple (1988) distingue una primera fase de trigos de tallo corto entre 1944 y 1974, y una segunda fase de trigos semienanos, de 1974 en adelante.

⁴¹ Borojevic and Borojevic (2005), pp. 457-458; Darymple (1988), pp. 28-29; Kingsbury (2009), pp. 277-279. La variedad Brevor fue obtenida por Vogel en 1949. NORIN es un acrónimo que se formó con los nombres de cinco centros de experimentación japoneses. El término "Revolución Verde" fue utilizado por primera vez en 1968 por el director de la USAID.

habían sido mejoradas con distintos procesos de cruzamiento y selección en las décadas precedentes. Con la única excepción de Italia, de hecho, las nuevas variedades semienanas no empezaron a difundirse hasta mediados de la década de 1970, y no fue hasta la década siguiente que se convirtieron en dominantes.⁴² Hasta este momento, además, los procesos de innovación estuvieron muy condicionados por las estrategias de mejora que se habían seguido hasta la Segunda Guerra Mundial.

Probablemente por este motivo, las actividades de mejora que venían desarrollando en Francia los productores de semillas fueron particularmente importantes al terminar la Segunda Guerra Mundial (ver cuadro 2 del apéndice). En este país los programas de mejora consiguieron reducir inicialmente la altura del trigo desde entre 125 a 140 cm en la década de 1930, hasta unas alturas de 85 a 110 cm entre 1970 y 1980.⁴³ Un logro importante en esta dirección, fue el desarrollo de la variedad Capelle Desprez en 1946, de 95 a 115 cm de altura, que alcanzó una amplia difusión en las regiones del centro y el norte de Francia. Otro éxito importante fue el desarrollo de la variedad Étoile de Choisy en 1950, porque incorporaba los genes Rht 8 y Rht 9 de la variedad italiana Ardito, y fue la primera variedad de elevados rendimientos adaptada a las condiciones ambientales de las regiones más meridionales. Lupton estima que estas dos variedades llegaron a ocupar el 51% de las superficies sembradas de trigo de invierno en 1964, y el 35% en 1967. En este momento, otras dos variedades muy cultivadas fueron los trigos Champlein y Capilote, que llegaron a ocupar, respectivamente, el 20% y el 15% de aquellas superficies. Las nuevas variedades francesas también tuvieron una amplia difusión en Gran Bretaña, por ser de menor altura, muy productivas y de buena calidad panadera. En este país la variedad Capelle Desprez llegó a ocupar entre el 73 y el 84% de las superficies sembradas de trigo en invierno en la década de 1960. Unos años más tarde, en 1973, esta variedad y la Maris Huntsman, desarrollada en Gran Bretaña a partir de distintas variedades francesas, ocupaban en conjunto el 67% de aquellas superficies (ver cuadro 2 del apéndice).⁴⁴

Tras esta primera fase de innovaciones, la altura de las plantas de trigo se redujo aun más con la llegada de los trigos semienanos, hasta situarse en unos intervalos de 80 a 85 cm. En las nuevas actividades de cruzamiento y selección que se desarrollaron en

⁴² Ver para Gran Bretaña las observaciones de Angus (2001), pp. 114-115.

⁴³ Balfourier (2005), pp. 26.

⁴⁴ Genech de la Louviere (1975), pp. 118-121; Lupton (1987), pp. 64-65, 55-56; Lupton (1992), pp. 25-27, 57-63; Angus (2001), pp. 113-117, 142-149; Brancourt-Hulmel et al. (2003) p. 39; Doré et Verognaux (2006) pp. 137-162; Gale (1974). Este último autor estima la altura de los trigos británicos a principios de siglo en unos 130 cm.

esta dirección, tuvieron un elevado protagonismo diversas variedades procedentes del CIMMYT, y también, en el caso de Francia, distintas variedades italianas que incorporaban el gen Rht8 (ver cuadro 2 del apéndice). En esta nueva fase de innovaciones, además, el número de variedades a disposición de los agricultores aumentó de forma significativa, probablemente porqué también aumentaron las posibilidades de innovación que ofrecían los nuevos recursos genéticos. En torno a 1978 únicamente 5 variedades de trigo ocupaban el 62% y el 77%, respectivamente, de las superficies sembradas en invierno con aquel cereal en Francia y Gran Bretaña. En torno a 1990, en cambio, aquellos porcentajes sólo se alcanzaban cuando se contabilizaban las superficies sembradas con 8 variedades de trigo en Francia, y más de 10 en Gran Bretaña. En Francia tuvo un elevado protagonismo en el desarrollo de las nuevas variedades semienanas el trigo Courtot, obtenido en el Institut National de la Reserche Agronomique. En Gran Bretaña destacó por el mismo motivo la variedad Hobbit, obtenida en el Plant Breeding Institut de Cambridge. A medida que se difundieron las nuevas variedades semienanas, por último, la presencia de variedades francesas en Gran Bretaña tendió a disminuir, a favor de nuevas variedades de trigo desarrolladas en el propio país.⁴⁵

Las variedades del CIMMYT fueron en cambio muy poco utilizadas en Italia en el desarrollo de nuevos trigos panificables. De un lado, las ventajas genéticas de los trigos semienanos eran menos significativas en la Europa mediterránea que en la Europa atlántica, con respecto a los rendimientos en grano que podían proporcionar por unidad de superficie.⁴⁶ En Italia, además, las actividades de innovación con el trigo Saitama 27 no tardaron en dar buenos resultados, y esta circunstancia limitó aun más la utilización de los trigos del CIMMYT. Como en los casos anteriores, no obstante, también en el caso de Italia se observa una primera fase de trigos de tallo corto hasta finales de la década de 1970, en la que predominaron las variedades derivadas del trigo Akagomughi, y una segunda fase de trigos semienanos, a partir de aquel momento. Cuando estas variedades se convirtieron en dominantes, normalmente incluyeron entre sus progenitores los trigos Akagomughi y Saitama 27.⁴⁷

⁴⁵ Balfourier (2005), pp. 26; Brancourt-Hulmel et al. (2003) p. 39; Lupton (1992), pp. 25-27, 57-63; Angus (2001), pp. 113-117, 142-149.

⁴⁶ Acreche et al. (2008), p. 32; Worland and Petrovic (1987), pp.57, 61-62.

⁴⁷ Sobre la influencia de las condiciones ambientales en la productividad de las nuevas semillas semienanas, Acreche et al. (2008), p. 32.

En torno a 1972, más del 60% de las superficies de trigo panificable estaban sembradas con variedades derivadas del trigo Akagomuhi, de 110 a 120 cm de altura, pero también se habían obtenido ya las variedades Orlandi, Produttore e Imerio, que serían estratégicas en el posterior desarrollo de trigos comerciales semienanos. Esta actividad se acentuó en las décadas de 1970 y 1980, y en 1988 las variedades Mec, Centauro, Gemini y Pandas, de unos 80 cm de altura, ocupaban el 55% de las superficies sembradas de trigo panificable. En 1999 las variedades Centauro y Pandas ocupaban el 33% de aquellas superficies, y otras 10 variedades más, también semienanas, el 42,3% (ver cuadro 2 del Apéndice).⁴⁸

La reducción de la altura del trigo también fue significativa en la especie de trigo duro. En este caso, sin embargo, los mejoradores de trigo debieron recurrir a nuevas estrategias de hibridación, porque la variedad Senatore Capelli y sus derivadas eran demasiado altas, y con los trigos japoneses, Akagomughi y Saitama 27, no consiguieron desarrollar nuevas variedades comerciales semienanas. Desarrollar esta clase de variedades en el trigo duro era más difícil de conseguir que en el trigo panificable, porque los progenitores eran de distintas especies, y los primeros éxitos en esta dirección se consiguieron en el CIMMYT. En la década de 1960, en consecuencia, los trigos de 120 a 140 cm de altura todavía eran predominantes en el sector, y entre ellos destacaban las variedades Senatore Capelli, Russello Comune, Russello, Garigliano y Frifoni, que en conjunto ocupaban más del 60% de las superficies sembradas con aquella especie de trigo. Esta situación no empezó a cambiar hasta que los mejoradores de variedades de Italia incluyeron en sus hibridaciones diversos trigos de Oriente Próximo, y después, y de forma más decisiva, las nuevas variedades semienanas procedentes del CIMMYT. A consecuencia de estas nuevas estrategias, en 1974 aquellas cinco variedades de tallo largo sólo ya ocupaban el 28% de las superficies sembradas de trigo duro, y en 1986 sólo se mantenía en cultivo la variedad Senatore Capelli, por su elevada calidad para la elaboración de pasta. Por contra, las variedades Capeiti 8, Patricio 6 y Trinakria, derivadas de trigos sirio-palestinos y de unos 100 cm de altura, ocupaban el 24% de aquellas superficies, y nuevas variedades semienanas, de menos de 90 cm, más del 60%. Entre estas últimas variedades destacaron los trigos

⁴⁸ Lupton (1992), pp. 37-39; y Borghi (2001), pp. 298-303; Felice (2004), pp. 180-185, 209-212, 235-239.

Creso, Produra y Valnova, que ocupaban el 40% de todas las superficies sembradas de trigo duro (ver cuadro 2 del Apéndice).⁴⁹

Con respecto a los tres países que acabamos de considerar, los procesos de innovación que se desarrollaron en España fueron muy diferentes. En España, en primer lugar, las estrategias de innovación que se habían definido en los años de 1930 no consiguieron mejorar de forma significativa los resultados que se obtenían con los trigos autóctonos, y las mejoras en esta dirección sólo se consiguieron con la llegada de nuevas variedades desarrolladas en el CIMMYT. En segundo lugar, en España las variedades desarrolladas en este centro tuvieron un protagonismo mucho mayor en la renovación de las bases biológicas del sector, porque hasta casi finales del siglo XX fueron cultivadas sin mediar nuevas hibridaciones. Por último, cuando esta situación cambió, y se utilizaron nuevas variedades derivadas de aquellas, estas variedades se desarrollaron normalmente en otros países (ver cuadro 2 del apéndice).

La escasa incidencia de las innovaciones biológicas en España hasta la llegada de los trigos del CIMMYT, ha dejado diversas referencias. Entre 1951 y 1957, el Servicio Nacional del Trigo, que tenía por entonces entre sus actividades la venta de semillas seleccionadas a los agricultores, distribuyó 8,4.10⁶ de qm. de semillas de trigo panificable, de las que cerca del 50% eran de variedades tradicionales, el 26,9% de la variedad Aragón 03, el 6,5% de la variedad Pané 247, y el 5,6% de la variedad Florence Aurora. Aquella institución también distribuyó, aunque en cantidades muy reducidas, semillas de Híbrido J-1 (1,8%), procedente de Francia, y semillas de Mentana (2,8%), Mara (2,1%), Impeto (1,3%), Quaderna (0,7%) y Roma (0,7%), procedentes de Italia.⁵⁰ Unos años más tarde, en 1962, aquella institución indicaba que los trigos Aragón 03, Pané 247, Híbrido J-1 y Estrella, o Etoile de Choisy, se habían difundido casi exclusivamente en la mitad norte de la península, y que sólo la primera variedad estaba realmente generalizada. Las otras tres variedades sólo se habían difundido en cambio en unas pocas comarcas, y siempre en suelos fértiles. Con respecto a los trigos procedentes de Italia, su difusión se concentró sobre todo en el sur, aunque sólo de nuevo en tierras fértiles, o en zonas de regadío.⁵¹

⁴⁹ De Vita et al. (2007), pp. 39-42; Alvaro et al. (2008), p. 87; Royo et al. (2008), pp. 354-355; Royo et al. (2006), pp. 261-262. Sobre el impacto de las variedades italianas en China, Sudamérica, la antigua Yugoslavia, o Rusia, ver Borghi (2001), p. 300; y Borojevic and Borojevic (2005), pp. 455-456.

⁵⁰ Servicio Nacional del Trigo (1958), pp. 82-97.

⁵¹ Servicio Nacional del Trigo (1962); Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas (1957); Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (1961); Servicio Nacional del Trigo (1965).

Estas informaciones son coherentes con las estimaciones que propone Lupton para el período de 1960 a 1973. Según se desprende de las estimaciones de este autor, en aquel período las variedades autóctonas de trigo seguían siendo predominantes, y de entre las nuevas variedades que tuvieron mayor difusión en aquellos años, las cinco más importantes eran la variedad Aragón 03, que ocupaba el 18% de aquellas superficies, la variedad Florence Aurora, procedente de Túnez, que ocupaba el 13%, las variedades Pané 247 y Estrella, que ocupaban cada una el 10%, y la variedad Impeto, procedente de Italia, que ocupaba el 7%.⁵² Junto a estas variedades también se comercializaban otras de reciente creación, desarrolladas en España o en otros países, pero su área de difusión era muy reducida. De las 50 variedades de trigo panificable que más se comercializaban en España en 1965, 19 eran trigos autóctonos, 17 procedían de otros países, y 15 se habían desarrollado en centros españoles de investigación.⁵³

La mayoría de las anteriores variedades eran además de tallo largo. En las pruebas que se realizaron con muchas de ellas en Catalunya entre 1949 y 1952, la altura de las variedades autóctonas, Candeal, Jeja, Blanco de la Segarra y Montjuic, fluctuó entre 120 y 140 cm, la del trigo Aragón 03 fluctuó entre 116 y 140 cm, y la del trigo Pané 247, entre 105 y 117 cm. Esta última variedad era sin embargo de baja calidad para la panificación. Con respecto a las variedades de mayor cultivo procedentes de otros países, sólo el trigo Mara, que llevaba un gen de enanismo, alcanzó unas alturas algo menores, de 95 a 100 cm. Por contra, la altura de los trigos Quaderna, Florence Aurora, Roma e Impeto, fluctuó entre 110 y 135 cm.⁵⁴

A finales de la década de 1960, en definitiva, las variedades de tallo largo seguían siendo predominantes en el sector triguero español, y esta circunstancia explica en gran medida en mi opinión, los reducidos niveles que seguían teniendo los rendimientos en grano del trigo en aquellos años. En este sentido es muy ilustrativa la descripción que hacía Jordana de Pozas en 1950 de la variedad Aragón 03, que se había obtenido por selección del trigo autóctono Catalán del Monte. Aquel ingeniero indicaba que las principales ventajas de esta variedad eran: su mayor capacidad de ahijamiento y resistencia a la sequía y al “asurado”, y su buena adaptación a las tierras pobres y a las

⁵² Lupton (1992), pp. 52-54.

⁵³ En estas actividades destacaron especialmente las Granjas Agrícolas de Jérez y Badajoz, los Servicios Agronómicos de las Diputaciones de Barcelona, Navarra y Lérida, y la Jefatura Agronómica de Cuenca, y, muy especialmente, la Granja de Egea de los Caballeros y el Centro de Cerealicultura de Madrid. Sobre las nuevas variedades de trigo que desarrollaron estos centros, ver Apéndice Estadístico.

⁵⁴ Solé Caralt (1953), pp. 15-19; Pané i Mercé (1964); sobre el trigo Estrella, dato proporcionado por Gemma Capellades, técnico de la Estación Experimental Agrícola de Gerona.

fluctuaciones climáticas. Aquel ingeniero también señalaba, no obstante, que “disponiendo de agua y abono en abundancia, este trigo se “tumba” o “encama”, por lo que deben emplearse otras variedades capaces de dar más elevadas producciones”.⁵⁵

La anterior situación no cambió pues hasta la llegada de las variedades semienanas del CIMMYT en torno a 1974, que es cuando se empezó a difundir la variedad Siete Cerros. A partir de este momento la difusión de aquellas variedades fue sin embargo muy rápida, y en 1978 las variedades Anza, Cajeme y Yecora, de entre 65 y 80 cm de altura, ya ocupaban el 40% de las superficies sembradas de trigo panificable. Unos años más tarde, entre 1988 y 1990, estas variedades y el trigo Rinconada, obtenido por selección de una variedad procedente del CIMMYT, ocupaban el 54% de aquellas superficies, y las variedades Marius, Astral y Talento, también semienanas pero procedentes de Francia, ocupaban el 17%. El único cambio relevante que se observa desde 1990, es la progresiva substitución de las variedades procedentes de México por otras nuevas procedentes de Francia (ver cuadro 2 del apéndice).⁵⁶

En la especie de trigo duro, cuyo cultivo en España no empezó a ser realmente importante hasta la década de 1990,⁵⁷ la principal innovación biológica hasta finales de los años de 1960, fue sin duda la difusión de la variedad italiana Senatore Capelli. Otra innovación importante, pero de menor impacto, fue la difusión de Híbrido D, obtenido en España de la variedad anterior y del trigo autóctono Rubio de Belalcázar. Entre 1951 y 1957, el Servicio Nacional del Trigo vendió 51.900 tn de semillas Senatore Capelli, 14.800 tn de Híbrido D, y 10.000 tn más de semillas Jerez 36 y Andalucía 344, que eran dos nuevas selecciones de variedades autóctonas de tallo alto.⁵⁸ A mediados de la década de 1970, no obstante, las variedades autóctonas seguían siendo predominantes. En 1974 la variedad indígena Furto ocupaba el 44% de las superficies sembradas de trigo duro, y las variedades Senatore Capelli y Andalucía 344, el 19%. Otra nueva variedad que también se sembraba en aquel momento era la Bidi 17, introducida desde Túnez en torno a 1960, de unos 100 cm de altura, que ocupaba el 20% de aquellas

⁵⁵ Jordana de Pozas (1950), pp. 127-128.

⁵⁶ Lupton (1992), pp. 52-54.

⁵⁷ Durante la mayor parte del siglo XX las superficies sembradas con aquel cereal nunca llegaron a concentrar más del 10% de las superficies sembradas de trigo. A partir de 1990 no dejaron de aumentar, en respuesta a las políticas agrarias de la Unión Europea, y en el 2003 concentraban, con más de 900.000 hectáreas, el 41% aproximadamente de aquellas superficies.

⁵⁸ Servicio Nacional del Trigo (1958), pp. 82-97; Solé Caralt (1953), pp. 15-19; Alvaro et al. (2008), p 87; Royo et al. (2007), pp. 261-262; Royo et al. (2008), pp. 354-355; Isidro Sánchez (2008), p. 54. La altura de aquellas variedades fluctuaba entre 110 y 140 cm.

superficies.⁵⁹ A partir de aquel momento, y de forma similar a lo que estaba sucediendo con el trigo panificable, la difusión de las variedades del CIMMYT fue muy rápida, y en 1986 las variedades Mexicali y Safari, de 85 a 100 cm de altura, y la variedad Vitron, de 65 a 80 cm, ocupaban en conjunto más del 80% de las superficies sembradas con aquel cereal. En la década siguiente la altura media de las plantas debió reducirse aun más, porque las variedades de mayor altura fueron substituidas por otras nuevas, de altura similar a la de la variedad Vitron. Entre los años 2000 y 2008, las cantidades vendidas de semillas Vitron, Antón, Nuño, Don Pedro, Don Sebastián, Gallareta, Sula y Jabato, procedentes de México, o derivadas de variedades del CIMMYT por selección, concentraron cerca del 40% de todas las ventas realizadas de semillas certificadas. Al mismo tiempo, las ventas de Simeto, Claudio, Colosseo, Iride, Italo y Avispa, procedentes de Italia, concentraron el 28%; y las ventas de Carioca y Nefer, procedentes de Francia, concentraron el 9%.⁶⁰ En el año 2010, cerca del 40% de las variedades sembradas de trigo duro en Andalucía procedían del CIMMYT, y el 60% restante tenía como mínimo un progenitor procedente de este centro.⁶¹

CONCLUSIONES

Volviendo a los problemas que planteaba al inicio de estas páginas, en este artículo he intentado mostrar, en primer lugar, una cuestión de carácter general. En concreto, he intentado mostrar que una relación más estrecha de la Historia Agraria con las Ciencias Agronómicas puede proporcionar a los historiadores agrarios, y económicos en general, nuevos elementos de análisis para entender mejor la evolución del sector agrario y su relación con el crecimiento económico contemporáneo. Un ejemplo en este sentido es el nuevo indicador que propongo sobre los rendimientos del trigo por unidad de peso de paja cosechada. En el caso de España la evolución de este nuevo indicador se adapta bien a los cambios que cabría esperar de la difusión de las variedades de trigo de tallo corto y semienanas, y podemos suponer que su elaboración para otros países o regiones, nos proporcionará más referencias sobre la evolución de aquellas innovaciones y su diferente desarrollo a escala geográfica. Una aportación más directa de las Ciencias Agronómicas a la Historia Agraria es, en el caso concretamente

⁵⁹ Lupton (1992), pp. 52-54; Solé Caralt (1953), pp. 15-19; Fanny et al. (2008), p. 87.

⁶⁰ Solís Martel (2010a); Asociación Española de Técnicos Cerealistas (1994-2009).

⁶¹ Solís Martel (2010b).

del sector triguero, haber cuantificado el impacto de las mejoras genéticas en la evolución de los rendimientos en grano por hectárea sembrada.

En segundo lugar, en este artículo también hemos visto que las innovaciones en variedades de trigo experimentaron un salto cualitativo desde finales del siglo XIX, como resultado de dos grupos de factores: las experiencias de innovación acumuladas hasta entonces por los agricultores, empresas privadas de semillas y centros oficiales de innovación; y diversos progresos científicos en genética y biología a partir de 1900. También hemos visto que los programas de mejora que se fueron definiendo desde entonces a escala nacional podían llegar a ser muy diferentes entre ellos, y que su desarrollo condicionó mucho las innovaciones en variedades de trigo hasta muy entrado el siglo XX. Por este motivo, y porque sus bases científicas y tecnológicas ya estaban definidas en la década de 1930, el impacto de la Revolución Verde en el sector triguero europeo debe ser relativizado. En este sentido también hemos visto que los genes del enanismo ya se habían introducido en Italia en aquel momento, y que cuando se generalizaron más tarde en el conjunto del continente, en la década de 1980, normalmente lo hicieron tras nuevos procesos de cruzamiento y selección entre las variedades del CIMMYT y las variedades cultivadas hasta entonces. Estas variedades, a su vez, eran resultado de las estrategias de mejora iniciadas a principios del siglo XX, pero muy especialmente de las nuevas variedades de trigo que se desarrollaron tras la Primera Guerra Mundial.

Un factor importante que condicionó los anteriores procesos, y los sigue condicionando en la actualidad, es sin duda la elevada incidencia que tienen los factores ambientales en el desarrollo de las plantas. Así se explica en mi opinión, por ejemplo, la mayor posibilidad de innovaciones biológicas en los sectores trigueros de la Europa atlántica hasta la llegada de los trigos semienanos. Italia y España, como hemos visto, prácticamente no participaron en los flujos de germoplasma de trigo que se desarrollaron a escala europea durante el primer tercio del siglo XX. Asimismo, las innovaciones biológicas que surgieron de estos intercambios y de las variedades indígenas, sólo resultaron adecuadas, en la gran mayoría de casos, en las condiciones ambientales de aquella parte de Europa, o en zonas de regadío. Incluso en Francia e Italia observamos un claro sesgo en aquella dirección, a favor de las regiones del centro y el norte.

La estrecha relación entre condiciones ambientales e innovaciones biológicas, también se ha puesto de manifiesto cuando constatamos que la difusión de los trigos

semienanos tuvo un impacto mucho más favorable en los rendimientos del sector en el centro y el norte de Europa. Por este motivo no me parece razonable la hipótesis que sugieren Acreche et alri (2007), cuando consideran que el estancamiento que observan en España los rendimientos del trigo en las últimas décadas del siglo XX, pudo haber sido consecuencia de haberse utilizado en el cultivo variedades de aquel cereal procedentes de otros entornos ambientales. Como hemos visto, en aquel momento los rendimientos del trigo en España eran similares a los de Italia, y en este país también estuvieron estancados desde la década de 1980. La limitación que pudo significar en el caso español el cultivo de variedades foráneas, quizás deba relacionarse más con la mayor irregularidad que observan los rendimientos del trigo en España en las décadas de 1980 y 1990.

Pero la distinta evolución que siguieron las innovaciones biológicas en el sector triguero europeo durante los siglos XIX y XX, no se explica únicamente por las condiciones ambientales existentes en una u otra región. En las páginas anteriores también hemos visto que la evolución de aquellas innovaciones estuvo muy condicionada, en uno u otro momento, por factores institucionales y tecnológicos. Con respecto a los condicionamientos institucionales, en este artículo hemos visto que en Gran Bretaña, desde mediados del siglo XIX y hasta prácticamente la Segunda Guerra Mundial, las políticas económicas de sus gobiernos orientaron el desarrollo de aquellas innovaciones en un sentido tan diferente a los procesos de innovación que se seguían al mismo tiempo en el continente, que tiene poco sentido comparar la evolución de los rendimientos del sector en una y otra zona, como si en todas ellas se produjera la misma clase de trigo. En Gran Bretaña los mejoradores de trigo sacrificaron el contenido en gluten de este cereal para aumentar lo más posible la productividad en grano de las plantas. En el continente los mejoradores de trigo tenían este mismo objetivo, pero también incluyeron entre sus objetivos mejorar la calidad panadera de aquel cereal. En Gran Bretaña, en consecuencia, los mejoradores de trigo utilizaron preferentemente trigos británicos en sus estrategias de innovación. En el continente, en cambio, aquel mismo colectivo desarrolló desde mucho antes procesos de hibridación más complejos, en los que participaron variedades autóctonas y de otras procedencias.

La influencia del marco tecnológico en el desarrollo de nuevas variedades de trigo también ha quedado bien ilustrada. Mientras la importancia económica y tecnológica de la paja fue elevada, fue preciso desarrollar variedades de trigo de elevada altura y resistentes al encamado, y esta circunstancia, a la vez que limitó los niveles

abonado que podían utilizar los agricultores, hizo muy atractivos para los mejoradores de plantas del continente los trigos británicos. En cambio, cuando un nuevo conjunto de técnicas tras la Segunda Guerra Mundial redujeron la importancia de la paja, las innovaciones biológicas se orientaron cada vez más en la dirección de reducir la altura del trigo. Es lógico pues que en este período también aumentara mucho el consumo de fertilizantes, porqué la incidencia del encamado en las plantas disminuyó de forma substancial. En estos años también cambió la orientación productiva del sector triguero británico, y por este motivo los flujos de semillas de trigo entre Gran Bretaña y el continente cambiaron de dirección. Si antes eran los trigos británicos los que eran muy apreciados en Francia, Holanda, Bélgica, Alemania y Suecia, por las características de su caña, entre 1950 y 1970 fueron sobre todo los trigos franceses los que resultaron muy apreciados en aquel país, por ser muy productivos, proporcionar harinas ricas en gluten, y ser de menor altura.

Por último, este artículo proporciona nuevas evidencias en contra del concepto de atraso con el que a menudo se ha caracterizado al sector agrario español del primer tercio del siglo XIX, especialmente cuando sus defensores han tomado como referencia los rendimientos del trigo en España y comparan su evolución con la de otros países. Con respecto a Gran Bretaña, ya he argumentado que la comparación carece de sentido. Con respecto a Francia e Italia podemos concluir, en mi opinión, que los bajos rendimientos del trigo en España hasta la década de 1970 fueron sobre todo consecuencia de dos factores estructurales: las condiciones ambientales existentes, y la imposibilidad de sustituir las variedades de trigo cultivadas hasta entonces por nuevas variedades de trigo panificable de tallo largo, resistentes al encamado y de mayor rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- ACRECHE, M.M., BRICEÑO-FÉLIX, G., MARTÍN SÁNCHEZ J.A., and SLAFER, G.A. (2008): "Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain". *European Journal of Agronomy*, nº 28, pp. 162-170.
- ALVARO, F., ISIDRO, J., VILLEGAS, D., GRACÍA DEL MORAL, L. F., ROYO, C. (2008): "Old and modern durum wheat varieties from Italy and Spain differ in main spike components". *Field Crops Research*, 106, pp. 86-93.

- ANGUS, W. J. (2001): “United Kingdom Wheat Pool”. En Bonjean and Angus, op. cit, pp. 103-126.
- ARANA, M. (1934): “El Instituto de Cerealicultura y los nuevos tipos de trigo”. *Agricultura. Revista agropecuaria*, IV, 67, pp.437-448.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TÉCNICOS CEREALÍSTAS (1990-1992): *Encuesta de Calidad de los Trigos Blandos Españoles*. Sevilla, Caja Rural de Sevilla y Junta de Andalucía.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TÉCNICOS CEREALÍSTAS (1994-2009): *Encuesta de Calidad de lo Trigos Españoles*. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación hasta 2007, y Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marítimo, para 2008 y 2009.
- BALFOURIER, F. (2005): “Impact de la sélection sur la diversité des blés tendres français et conséquences sur la gestion des collections”. *Le Sélectionneur Français*, novembre, pp. 23-32.
- BARCIELA, C, GIRÁLDEZ, J., GRUPO DE ESTUDIOS DE HISTORIA RURAL, LÓPEZ, I. (1989): “Sector agrario y pesca”. En Carreras, A y Tafonell, X., *Estadísticas históricas de España, ss. XIX-XX*. Bilbao, Fundación BBVA, pp. 245-356.
- BELDEROK, J., MESDAG, J., DONNER, D. A. (2000): *Bread-making quality of wheat: a century of breeding in Europe*. Wageningen, Belhalhof, ECAF: D.A. Donner.
- BONJEAN, A.P. and ANGUS, W. J. (eds) (2001): *The World Wheat Book. A History of Wheat Breeding*. Londres, Editions TEC & DOC.
- BONJEAN, A. P., DOUSSINAULT, G., and STRAGLIATI, J. (2001): “French Wheat Pool. En Bonjean and Angus, op. cit, pp. 127- 166.
- BORGHI, B. (2001): “Italian Wheat Pool”. En Bonjean and Angus, op. cit, pp. 289-310.
- BOROJEVIC, K. & BOROJEVIC, K. (2005): “The Transfer and History of HederityReducer Height Genes (Rht) in Wheat from Japan to Europe”. *Journal of Heredity*, 96, n°4, pp. 455-459.
- BRANCOURT-HÜLMEL, M., DOUSSINAULT, G., LECOMTE, C., BÉRARD, P., LE BUANEC, B., AND TROTTET, M. (2003): “Genetic Improvement of Agronomic Traits of Winter Wheat Cultivars Released in France from 1946 to 1992”. *Crop Science* 43, pp. 37-45.
- BUSCH, L. (1997): “Biotechnology and Agricultural productivity: Cjanging the Rules of the Game?”. En A. Badhuri y R. Skarstein, *Economic Development and Agricultural Productivity*, Chaltenham and Lyme, Edward Elgard, pp. 241-254.

- DALRYMPLE, D. (1988): "Changes in Wheat Varieties and Yields in the United States, 1919-1984", *Agricultural History*, 62, n°4, pp. 20-35.
- DE ANGELIS, A. (1935): "Le varietà di frumento coltivate in Italia nel bienio 1933-34 e la loro area di diffusione". *Gazzetta Ufficiale*, anno XIII, pp. 58-73.
- DE VITA, P., LI DESTRI NICOSIA, O., NIGRO, F., PLATANI, C., RIEFOLO, C., DI FONZO, N., CATTIVELLI, L. (2007): "Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and quantitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century". *European Journal of Agronomy*, 26, pp. 39-53.
- DENAÏFFE, COLLE et SIDOROT (c1920): *Les blés cultivés*. Paris.
- DORÉ, Cl. et VEROGNAUX, F. (2006): *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*. INRA, Paris.
- FEDERICO, G. (2005): *Feeding the World: An Economic History of Agriculture, 1800-2000*. Princeton, N.J. Princeton U.P.
- FELICE, E. (2004): *La Società Produttori Sementi (1911-2002). Ricerca scientifica e organizzazione d'impresa*. Bologna, Il Molino.
- GALE, M. (1974): *Towards super cereals*. New Scientist.
- GARCIA OLMEDO, F. (2009): *El ingenio y el hambre: de la evolución agrícola a la transgénica*. Barcelona, Crítica.
- GENECH DE LA LOUVIERE, T. (1975): *Manuel d'Agriculture*. Lille, Le Syndicat Agricole.
- HAAN, H. (1957): "Wheat Breeding in the Netherlands". *Euphytica*, vol 6, n°2, pp. 149-160.
- HAYAMI, Y, and RUTTAN, V (1985): *Agricultural Development: An International Perspective*. Baltimore, Johns Hopkins U.P.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS (1961): *Lista de variedades recomendadas de trigo*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS SELECTAS (1957): *Lista de variedades de trigo aprobadas por el Ministerio para su multiplicación y reparto entre los agricultores*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- ISIDRO SÁNCHEZ, J. (2008): *Análisis ecofisiológico y molecular del impacto de la mejora genética del trigo duro en el ambiente mediterráneo sobre la formación del rendimiento y acumulación de aminoácidos y proteínas*. Granada, Universidad de Granada.
- JORDANA DE POZAS, J. (1950): *Mapa Agronómico Nacional. Comarca de Zaragoza*. Tomo III. Madrid, Ministerio de Agricultura.

- JUNTA CONSULTIVA AGRONÓMICA (1915): *Avance Estadístico que en España representa la producción media anual en el decenio de 1903 a 1912, de Cereales y leguminosas, vid y olivo, y aprovechamientos diversos derivados de estos cultivos*. Madrid.
- JUNTA CONSULTIVA AGRONÓMICA (1923): *Avance de la producción agrícola en España*. Madrid.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (1990): *Variedades de trigos. Campaña: 89/90*. Sevilla
- KINGSBURY, N. (2009): *Hybrid: The History & Science of Plant Breeding*. Chicago, Chicago UP.
- KINGSBURY, N. (2009): *Hybride: The History and Sciene of Plant Breeding*. Chicago and London, The University of Chicago Press.
- KLOPPENBURG, J.R. (1988): *First the Seed. The Political Economy of Plant Biotechnology, 1292-2000*. Cambridge, Cambridge UP.
- KNUDSON, M. K., and RUTTAN, V. W. (1988): "Research and development of a Biological innovation: Commercial Hybrid Wheat". *Food Research Institut Studies*, vol. XXI, nº 1, pp. 45-68.
- LAINZ, P. AND PINILLA, V. (2008): *Agriculture and Economic Development in Europe Since 1870*. London and NY, Routledge.
- LUPTON, F.G.H. (1987): *Wheat Breeding. Its scientific basis*. London and NY, Chapman and Hall.
- LUPTON, F. G. H. (1992): *Changes in varietal distribution of cereals in Central and Western Europe*, Pudoc, Wageningen.
- MITCHELL, B.R. (1988): *British Historical Statistics*. Cambridge, Cambridge U.P.
- MITCHELL, B.R. (1998): *International Historical Statistics, Europe 1750-1993*. London, New York, Stockton, Macmillan.
- OLMSTEAD, A.L. and RHODE, P.W. (2007): "Biological Globalization: The Other Grain Invasion". En T. Hatton, K. O'rourke, A. Taylor and L. Summers (eds): *The New Comparative Economic History*. Cambridge, MIT Press, pp. 115-140.
- OLMSTEAD, A.L. and RHODE, P.W. (2008): *Creating Abundance. Biological Innovation and American Agricultural Development*. Cambridge, Cambridge U.P.
- PALLADINO, P. (1996): "Science, technology and the economy: plant breeding in Great Britain, 1920-1970". *Economic History Review*, XLIX, pp. 116-136.
- PANÉ MERCÉ, J. (1964): *Nuevas variedades de trigo*. Lérida, Diputación Provincial de Lérida.

- PERCIVAL, J. (1934): *Wheat in Great Britain*, Londres.
- PETERSON, C. J., ALLAN, R. E., PETERSON, CL. J. (2001): "US Pacific Northwest Region". En Bonjean and Angus, op. cit, pp. 407-430.
- PORSCHE, W., and TAYLOR, M. (2001): "German Wheat Pool". En Bonjean and Angus, op. cit, pp. 167-192.
- PUJOL-ANDREU, J. (1999): "Los límites ecológicos del crecimiento agrario español entre 1850 y 1935: nuevos elementos para un debate". *Revista de Historia Económica*, vol. 16, nº 3, pp. 645-676.
- PUJOL-ANDREU, J. (2002): "Agricultura y crecimiento económico: las innovaciones biológicas en la cerealicultura europea, 1820-1940". *Revista de Historia Industrial*, 21, pp. 63-88.
- PUJOL-ANDREU, J. (2005): "Environment conditions and biological innovations in European agrarian growth". En Sarasúa, C., Scholliers, P and Van Molle, L., *Land, shops and kitchens. Technology and the food chain in twentieth-century Europe*. Turnhout, Brepols Pbl.
- ROLL-HANSEN, N. (2000): "Theory and practice: the impact of mendelism on agriculture". *C. R. Academie des Sciences (Paris), Sciences de la vie, Life Sciences*, 323, pp. 1107-1116.
- ROYO, C., ÁLVARO, F., MARTOS, V, RAMDANI, A., ISIDRO, J., VILLEGAS, D., AND GARCÍA DEL MORAL, L. F. (2007): "Genetic changes in durum wheat yield components and associated traits in Talian and Spanish varieties during the 20th century". *Euphytica*, 155, pp. 259-270.
- ROYO, C., MARTOS, V., RAMDANI, A., VILLEGAS, D., RHARRABTI, Y., and GARCÍA DEL MORAL, L. F. (2008): "Changes in Yield Carbon Isotope Discrimination of Italian and Spanish Durum Wheat during the 20th Century". *Agronomy Journal*, vol. 100, nº 3, pp. 352-360.
- SALA ROCA, E. (1948): *El problema mundial del trigo y el problema del trigo en España*. Barcelona.
- SERVICIO NACIONAL DEL TRIGO (1958): *Veinte años de actuación*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- SERVICIO NACIONAL DEL TRIGO (1965): *Principales variedades de trigo cultivadas en España y sus características*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- SERVICIO NACIONAL DEL TRIGO (1962): *Las sesenta variedades de trigo en cultivo actual en España*. Madrid, Ministerio de Agricultura.
- SLAFER, G.A., SATORRE, E. H., AND ANDRADE, F.H. (1994): "Increases in grain yield in bread wheat from breeding and associated physiological changes". En, Slafer G. A. (ed): *Genetic improvement of field crops*, Marcel Dekker, NY, pp. 1-68.

- SOLER I COLL, J.M^a. (1935): *El Servei de Terra Campa i la cerealicultura catalana*. Barcelona, Generalitat de Catalunya.
- SOLÉ CARALT, J. (1953): *La Batalla del Grano (Trigo-Cebada-Avena)*. Tarragona, Càmera Oficial Sindical Agraria de la Provincia de Tarragona.
- SOLÍS MARTEL, I. (2010a): *Semillas Certificadas: Presente y Futuro*. Jornadas de Cultivos Herbáceos (FAECA), Córdoba 11 de mayo, <http://www.faecca.es>.
- SOLÍS MARTEL, I. (2010b): *Impacto de los trigos “mejicanos” en Andalucía*. Sevilla, 3 de noviembre, Agrovegetal S.A.
- VILMORIN-ANDRIEUX & Cia (1880): *Les meilleura blés. Description et culture des principaux variétés de froments d’hiver et de printemps*, 2 vols. París
- VILMORIN-ANDRIEUX & Cia (1909): *Supplement aux meilleurs blés*. Paris
- VILMORIN, J. et MEUNISIER, A. (1918): “Le blé et sa culture en France”. *Revue Générale des Sciences pures et Appliquées*, 30-dec, pp.194-706.
- VOLTES VELASCO, J., SERRA GIRONELLA J., LOPEZ QUEROL A., I CAPELLADES PERICA, G. ((2009): “Progrés genètic en rendiment de blat fariner (Triticum aestivum L.) a Catalunya”. *Dossier Tècnic*, 37, pp. 27-35.
- WALTON, J.R. (1999): “Varietal Innovation and the Competitiveness of British Cereals sector, 1760-1930”. *Agricultural History review*, 47, 1, pp. 29.57.
- WORLAND, A.J. and PETROVIC, S. (1987): “The gibberellic acid insensitive dwarfing gene from the wheat variety Saitama 27”. *Euphytica* 38: 55-63.
- ZEVEN, A. C. (1990): *Landraces and improved cultivars of bread wheat and other wheat types grown in the Netherlands up to 1944*. Wageningen Agricultural University.

APÉNDICE

Cuadro 1: Principales trigos obtenidos por cruzamiento y selección antes de la Segunda Guerra Mundial			
a	b	c	b
GRAN BRETAÑA			
Little Joss	1908	Squarehead x Ghirka (RUS)	R. Biffen
Victor	1910	Squarehead x Red King x Talavera	Gartons Ltd.
Benefactor	1914	55-4-A x Garnet	Gartons Ltd.
Yeoman I	1916	Browick x Red Fife (CAN)	R. Biffen (Plant Breeding Institut Cambridge)
Yeoman II	1924	Browick x Red Fife (CAN)	R. Biffen (Plant Breeding Institut Cambridge)
Cambridge Browick	?	Browick x Yeoman	R. Biffen (Plant Breeding Institut Cambridge)
Premier	1924	Benefactor x Little Joss	Messrs. C.W. Marsters
Ideal	1927	Little Joss x Victor x Yeoman	Messrs. C.W. Marsters
Holdfast	1920-1935	Yeoman x White Fife (CAN)	F. Engledow (Plant Breeding Institut Cambridge)
Benefactress	1925	Squarehead x Red King x Rough Chaff White	Gartons Ltd.
Garton's Sixty	1932	Victor x Squarehead Master	Gartons Ltd.
Redman	1934	Yeoman x Squarehead Master	Gartons Ltd.
Warden	1938	Benefactress x Yeoman	Gartons Ltd.
Steadfast	1928-1941	Little Joss x Victor	F. Engledow (Plant Breeding Institut Cambridge)
FRANCIA			
Dattel	1874-1883	Prince Albert (GB) x Chiddam Epi Rouge	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Lamed	1874-1885	Prince Albert (GB) x Noé (RUS)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Bordier	1874-188?	Prince Albert (GB) x Noé (RUS)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Champlan	1894	Victoria (GB) x Chidham (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Gross Bleu	1897	Noé (RUS) x Shirreff (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Grosse Tête	1898	Browick (GB) x Chidham (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Briquet Jaune	1896	Browick (GB) x Chidham (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Montilleul	1899	Blé Blanc à Paille Raide x ?	Graineterie Denaiffe

Trésor	1890-1899	Gross Bleu x Shirreff (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Massy	1901	Épi Carré x Bordeaux	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Bon Fermier	1894-1904	Gross Bleu x Blé Siegle	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Hâtif Inversable	1898-1907	Gross Bleu x Chidham (GB)	Henry de Vilmorin (Vilmorin -Andrieux & Co)
Carré Géant Blanc	1907	Épi Carré x Siegle de Schaustedl (?) x Hybrid King (GB)	Graineterie Denaiffe
Carré Géant Rouge	1907	Épi Carré x Siegle de Schaustedl (?) x Hybrid King (GB)	Graineterie Denaiffe
Cérès	?	Briquet Jaune x Victoria (GB)	Graineterie Denaiffe
Traveland	1909	Gross Tête x Teverson (GB)	Graineterie Denaiffe
Alliés	1916	Japhet (selección Noé (RUS) de 1892) x Massy x Gross Tête	Vilmorin -Andrieux & Co
Chanteclair	1921	Hâtif Inversable x Alliés	Tourneur Frères
Picardie	1923	Alliés x Institut Agronomique	Desprez Breeding Co
Vilmorin 23	1923	Melbor x Gross Tête x Japhet (selección Noé (RUS)) x Parsel	Vilmorin -Andrieux & Co
Vilmorin 27	1927	Dattel x Japhet x Parsel x Bon Fermier x Hâtif Inversable	Vilmorin -Andrieux & Co
Vilmorin 29	1929	Vilmorin 23 x Alliés	Vilmorin -Andrieux & Co
Joncquois	1933	Vilmorin 23 x Institut Agronomique	Desprez Breeding Co
Bersée	1924-1936	Vilmorin 23 x Alliés	A. Blondeau
Yga Blondeau	1938	Vilmorin 27 x Red Fife (CAN)	A. Blondeau
ITALIA			
Carlota Strampelli	1905	Massy (FRA) x Rieti	N. Strampelli
Ardito	1916	Akagomughi (JAP) x Wilhelmina (HOL) x Rieti	N. Strampelli (Regia Stazione di Granicoltura)
Mentana	1913	Akagomughi (JAP) x Wilhelmina (HOL) x Rieti	N. Strampelli (Regia Stazione di Granicoltura)
Villor Glori	1918	Akagomughi (JAP) x Wilhelmina (HOL) x Rieti	N. Strampelli (Regia Stazione di Granicoltura)
Damiano Chiesa	1921	Akagomughi (JAP) x Wilhelmina (HOL) x Rieti	N. Strampelli (Ins. di Genetica per la Cerealicoltura)
Fanfulla	1926	Ardito x Perfezione	N. Strampelli (Ins. di Genetica per la Cerealicoltura)
Libero	1927	Apulia x Ardito	N. Strampelli (Ins. di Genetica per la Cerealicoltura)
San Giorgio	1926-1936	Ardito x Inalietabile	C. Orlandi (Ins. di Allevamento per la Cerealicoltura)
Quaderna	1926-1937	Ardito x Inalietabile	C. Orlandi (Ins. di Allevamento per la Cerealicoltura)
Pieve	1926-193?	Ardito x Gentil Rosso	C. Orlandi (Ins. di Allevamento per la Cerealicoltura)
Riale	1926-193?	Ardito x Gentil Rosso	C. Orlandi (Ins. di Allevamento per la Cerealicoltura)
San Pastore	1931-1947	Balilla x Villa Glori	N. Strampelli (Ins. di Genetica per la Cerealicoltura)

Velino	1933-1947	Balilla x Ardito	N. Strampelli (Ins. di Genética per la Cerealicoltura)
--------	-----------	------------------	--

Notas: a: Nombre de la variedad; b: Año de comercialización (cuando se dan dos fechas, la primera es la de obtención); c. Progenitores de la variedad; d: Obtenedor y/o centro de obtención.

Fuente: A partir de: <http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree>; <http://www.jic.ac.uk/germplas>; http://moulin.chauffour.free.fr/autour_des_moissons/varietes_de_ble.htm; Vilmorin-Andrieux (1880, 1909); Denaiffe & Colle (c1920); Percival (1934); Lupton (1987, 1992); Zeven (1990); Bonjean and Angus (2000); Pujol-Andreu (2002, 2005); y Felice (2004).

Cuadro 2: Nuevas variedades más sembradas de trigo después de la Segunda Guerra Mundial

a	b	c	d	e	f	g
GRAN BRETAÑA						
Cappelle Desprez	1946	FRA	1960	Vilmorin 27 x Híbrido du Joncquois	No	Florimon Desprez
Champlein	1959	FRA	1960	Yga Blondeau x Tadepi	No	C.C. Benoist
Joss Cambier	1966	FRA	1960	Cambier 194 x Tadepi x Cappelle Desprez	No	Cambier Semences
Maris Huntsman	1971	GB	1970	CI 12633 x Cappelle x Híbrido 46 x Prof. Marchal	No	Plant Breeding Institut Cambridge (PBIC)
Bouquet		FRA	1970	2/7 x Cappelle x Cappelle	No	
Flinor	1967	FRA	1970	Elite le Peuple x Poncheau	No	Legland
Atou	1971	FRA	1970	Cappelle x Garnet	No	Guilleman
Flanders		FRA	1970	Champlein x FD 281/348	No	Florimon Desprez
Hobbit	1975	GB	1970	Prf. Marchal x Marne Desprez x VG 9144 x TJB16	Si	PBIC
Armada	1978	GB	1970	TP118 x R. Perdix x Híbrido 46 x Cappelle x Champlein x Viking x Tetrix x Jubilegen	No	Nickerson, Rothwell Plant Breeders Ltd.
Avalon	1980	GB	1980	TJB 30/148 x TL 365a/34	Si	PBIC
Norman	1981	GB	1980	TJB 268/175 x Hobbit	Si	PBIC
Longbow	1980	GB	1980	TJB 268/175 x Hobbit	Si	PBIC
Galahad	1983	GB	1980	Joss Cambier x Durin x Hobbit	Si	PBIC
Hornet	1986	GB	1980	Norman x Hedgehog	Si	PBIC
Mercia	1984	GB	1980	Talent x Virtue x Flanders	Si	PBIC
Riband	1987	GB	1980	Norman x Maris Hautsman x TW161	Si	PBIC

Pastiche	1988	GB	1980	Jena x Norman	Si	PBIC
Haven	1988	GB	1990	Hedgehog x Norman x Moulin	Si	PBIC
Hereward	1989	GB	1990	Norman x Disponent	Si	PBIC
Hunter	1991	GB	1990	Apostje x Haven	Si	PBIC
Torfrida	1992	GB	1990	Rendezvous x Moulin x Mercia	Si	PBIC
Brigadier	1992	GB	1990	Rendezvous x Squadron	Si	ICI Seeds Ltd.
Admiral	1992	GB	1990	Mithras x Hobbit x Hedgehod	Si	Zeneca Seeds
FRANCIA						
Cappelle Desprez	1946	FRA	1960	Vilmorin 27 x Hibride du Joncquois	No	Florimon Desprez
Étoile de Choisy	1950	FRA	1960	Ardito x Mon Desir x Mouton à Epi Rouge	No	Institut National de la Reserche Agronomique (INRA)
Champlein	1959	FRA	1960	Yga Blondeau x Tadepi	No	C.C. Benoist
Moisson	1961	FRA	1960	Cappelle x Étoile de Choisy x Hibride 80-3	No	Vilmorin-Andrieux & Co
Capilote	1964	FRA	1970	Professeur Marchal x S6	No	Vilmorin-Andrieux & Co
Hardi	1969	FRA	1970	Cappelle Desprez x Thatcher	No	Momont
Top	1970	FRA	1970	TF-354 x Cappelle Despréz	No	Tourneur
Maris Huntsman	1971	GB	1970	CI 12633 x Cappelle x Hybride 46 x Prof. Marchal	No	Plant Breeding Institut Cambridge (PBIC)
Talent	1973	FRA	1980	Champlein x Thatcher x Vilmorin x Fortunato	Rht8	C.C. Benoist
Courtot	1974	FRA	1980	Mexico- 50/ B-21 x Versailles	Si	INRA
Fidel	1978	FRA	1980	Horizon x Frontana x Capitoile x Major	Rht8	Pichot, Ringot
Beauchamp	1978	FRA	1980	Capitoile x Palmaress	Rht8	Lafite
Camp Rémy	1980	FRA	1980	GU 362 x Atou x Hardi		UNISIGMA
Festival	1981	FRA	1980	348 x 2361 x Capilote x 10491	Rht8	C.C. Benoist
Thésée	1983	FRA	1980	B1731 x Maris Huntsman x Prof. Marchal		Verneuil Semences
Pernel	1983	FRA	1980	V 81/12 x US6043 x Prieur x VPM x Moisson	Si	INRA
Moulin	1985	FRA	1980	Yecora x Ciano 67 x Maris Widgeon x Hobbit	Si	PBIC-Florimon Desprez
Soissons	1988	FRA	1990	Hibride Naturel 35 x Jena	Si	Florimon Desprez
Renan	1989	FRA	1990	Mitronovskaya x Courtot x Maris Hutsman x Moisson x VPM	Si	INRA
Shango	1994	GB	1990	Moulin x Monopol x Tiresius	Si	PBIC-Monsanto
Hyno-rista	1995	FRA	1990	Soissons x Renan	Si	Hybrinova

ITALIA						
Panificables						
Autonomia	1938	ITA	1950	Frassineto x Mentana	Rht8	M. Michahelles
San Pastore	1947	ITA	1960	Balilla x Villa Glori	Rht8	N. Strampelli (Ins. di Genetica per la Cerealicoltura)
Orlandi	1947	ITA		Saitama 27 x Inallettibile 95 x Ardito	Si	Società Produttori Sementi
Produttore	1954	ITA		Salto x Saitama 27 x Quaderna	Si	Società Produttori Sementi
Argelato	1964	ITA	1970	Mara x Orlandi	Si	Società Produttori Sementi
Libellula	1965	ITA	1970	Tevere x Giuliano x San Pastore	Rht8	N. Strampelli (Istituto Sperimentale di Genetica)
Conte Marzotto		ITA	1970	Mara x Impeto	Rht8	M. Michahelles
Irnerio	1970	ITA	1970	Produttore S6 x Manitoba	Rht8	Società Produttori Sementi
Mec	1974	ITA	1980	Marzotto x Combine	Rht8	M. Michahelles
Centaurio	1983	ITA	1980	Irnerio x Strampelli	Si	Società Produttori Sementi
Gemini	1981	ITA	1980	Angelato x von Rumker's Erli x Impeto x Damiano	Si	Società Produttori Sementi
Pandas	1983	ITA	1980	Besostaya x S1 x Generoso 7 x Marzotto	Si	M. Michahelles
Nobel	1985	ITA	1990	Stirpe 25-611 x Stirpe 427		M. Michahelles
Bolero	1987	FRA	1990	2625 x 267 x Talent	Si	C.C. Benoist
Mieti	1992	ITA	1990	Mec x Vinci		M. Michahelles
Eureka	1995	FRA	1990	Mironovskaya 808 x Maris Huntsman x R1.5.2 x Courtat	Si	INRA
Duros						
Garigliano	1955	ITA	1960	Tripollino x Capelli	No	
Capeiti 8	1955	ITA	1970	Eitib 6 x Capelli	No	Stazione Consorziiale Sperimentale di Granicoltura
Patrizio 6	1962	ITA	1970	Eitib 6 x Capelli	No	Stazione Consorziiale Sperimentale di Granicoltura
Trinakria	1970	ITA	1970	B14 x Capeiti 8	No	Istituto di Agronomia delle Uni. di Palermo
Creso	1974	ITA	1980	Yt 54 x N108B x Cp63 x Tc x CpB144	Si	Centro Ricerche Casaccia dell'Enea
Valnova	1975	ITA	1980	Giorgio x Senatore Capelli x Yuma	Si	Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura
Produra	1976	USA	1980	Cruzamiento complejo del CIMMYT	Si	Northrup King Co.
Simeto	1988	ITA	1990	Capeiti 8 x Valnova	Si	Stazione Consorziiale Sperimentale di Granicoltura
Colosseo	1990	ITA	1990	Creso x Mexa	Si	
Zenit	1992	ITA	1990	Valriccardo x Vie	Si	Società Produttori Sementi
ESPAÑA						
Panificables						

Mentana	1913	ITA	1950	Akgomughi x Wilhelmina x Rietti	Rht8	N. Strampelli (Regia Stazione di Granicoltura)
Fl. Aurora	1933	TUN	1950	Florence x Aurora	No	
Roma	1935	ITA	1950	Akagomughi x Triticum Villosum	Rht8	N. Strampelli (Ins. di Genética per la Cerealicoltura)
Quaderna	1937	ITA	1950	Ardito x Inalleteabile	Rht8	C. Orlandi (Ins. di Allevamento per la Cerealicoltura)
Mara	1947	ITA	1960	Autonomia x Aquila	Rht8	M. Michahelles
Impeto	1950	ITA	1960	Frassinetto 405 x Villa Glori	Rht8	
Étoile de Choisy	1950	FRA	1960	Ardito x Mon Desir x Mouton à Epi Rouge	No	Institut National de la Reserche Agronomique (INRA)
Pané 247	1950	ESP	1970	Mentana x Hybride L-4	No	Sindicato Agrícola de Guisona
Siete Cerros	1966	MEX	1970	Penjamo 62 x Gabo 55	Si	CIMMYT
Cajeme	1969	MEX	1980	Ciano x Sonora 64 x Klein Rendidor X Siete Cerros	Si	CIMMYT
Yecora	1970	CHL	1980	Ciano x Sonora 64 x Klein Rendidor X Siete Cerros	Si	INIA-CIMMYT
Anza	1971	USA	1980	Lerma Rojo x Norin 10 x Brevor x Andes Enano	Si	California Agricultural Experiment Station
Rinconada		ESP	1980	Selección de una variedad del CIMMYT	Si	
Astral	1972	FRA	1990	Forunato x Yga x Florence Aurora x G4		Tezier
Marius	1976	FRA	1990	Cadet x Thatcher x Vilmorin 27 x Ariana x L:FU		C.C. Benoist
Soissons	1988	FRA	1990	Hibride Naturel 35 x Jena	Si	Florimon Desprez
Cezanne	1997	FRA	2000	Thésés x 87B29		Verneuil Semences
Duros						
Cocorit	1974	MEX	1970	Rojo de Alicante x Tehuacan 60 x Stewart 63 x Ahinga S	Si	CIMMYT
D 104		MEX	1970	Cruzamiento complejo del CIMMYT	Si	CIMMYT
Mexicali	1974	MEX	1980	Gerardo VZ 469 x Jori S x 61.130 x Leeds	Si	CIMMYT
Safari		MEX	1980	Hazera-65174 x Mandon x Lakota x Leeds	Si	CIMMYT
Abadia	1979	ESP	1980	Selección de Giorgio x Variedad mexicana	Si	Estación Experimental de Aula Dei
Esquilache	1976	ESP	1980	Selección de Jori 69 x 21563	Si	
Gallareta	1982	MEX	1990	Ruff x Flamingo x Mexicali 75 x Shearwater	Si	CIMMYT
Sula	1983	MEX	1990	Shearwater x Redneck x Yavaros	Si	CIMMYT
Vitron	1987	MEX	1990	Turchia 77 x Jori 69 x Anhinga x Flamingo	Si	CIMMYT, Semillas Battle
Simeto	1988	ITA	1990	Capeiti 8 x Valnova	Si	PRO.SE.ME
Regallo	1988	ESP	1990	Selección a partir de variedad del CIMMYT	Si	Diputación General de Aragón, Agromonegros S.A.
Jabato	1989	ESP	1990	Selección a partir de variedad del CIMMYT	Si	
Don Pedro	1990	MEX	1990		Si	CIMMYT

Anton	1991	ESP	1990	Selección a partir de variedad del CIMMYT	Sí
Notas: a: Nombre de la variedad; b: Año de comercialización o inscripción en el registro de variedades; c: País de obtención; d: Década de mayor difusión; e. Progenitores de la variedad; f: Presencia de genes de enanismo o Rht8; g: Obtenedor y/o centro de obtención.					
Fuente: A partir de: http://genbank.vurv.cz/wheat/pedigree; http://www.jic.ac.uk/germplas; http://moulin.chauffour.free.fr/autour_des_moissons/varietes_de_ble.htm; Lupton (1987, 1992); Zeven (1990); Bonjean and Angus (2000); Belderok et al. (2000); Pujol-Andreu (2002, 2005); Felice (2004), Doré et Verognaux (2006), Asociación Española de Técnicos Cerealistas (1990-1992, 1994-2009), Alvaro (2007), Royo et al. (2007, 2008), Acreche (2008) y Isidro Sánchez (2008).					

