

Documento de Trabajo

DT-EHV 2023/05

**Revolución verde en el Mediterráneo:
El cambio varietal en el cultivo del arroz en
España (1900-1980).**

Salvador Calatayud, Universitat de València

20 de diciembre, 2023

Resumen: Este trabajo estudia los cambios producidos en las variedades de arroz cultivadas en España a lo largo del siglo XX. Los datos muestran un desarrollo temprano del modelo productivo que, con posterioridad, constituiría la Revolución verde. En paralelo a lo sucedido en la región arrocerá del norte de Italia, en el litoral mediterráneo español se inició en la segunda década del novecientos un proceso de renovación varietal que incluyó la obtención híbridos desde los años 1930. Esta transformación fue impulsada por las instituciones, en particular por la *Estación Arrocerá de Sueca*, fundada en 1913 y que mantuvo una estrecha colaboración con la *Stazione Sperimentale di Risioltura de Vercelli* (Piamonte). Dada el elevado empleo de fertilizantes químicos que caracterizaban el cultivo del arroz en España, los criterios en la búsqueda de nuevas variedades no se centraron en la maximización de los rendimientos, ya muy elevados en relación con otras regiones del mundo. En cambio, los objetivos de los trabajos de la Estación fueron otros: la defensa contra plagas; la mejora de variedades tradicionales apreciadas en los mercados nacional y exterior; y la búsqueda de variedades aptas para la siembra directa y la mecanización de la cosecha, cuando, en la segunda mitad del siglo, el rápido aumento de los salarios agrícolas forzó cambios destacables en el modelo arrocerá español.

Palabras clave: Cambio técnico agrario; instituciones agronómicas; cultivo del arroz; mejora varietal.

Códigos JEL: O13, O31, O32, N64, Q16

Preferred citation: Calatayud, S. 2023. 'Revolución verde en el Mediterráneo: el cambio varietal en el cultivo del arroz en España (1900-1980)'. *Documentos de Trabajo EH-Valencia, DT-EHV 2023/05*.

1. Introducción.

El concepto de Revolución Verde se suele referir, habitualmente, a la transformación agraria que tuvo lugar en gran parte del mundo a partir de mediados del siglo XX. Sin embargo, ese proceso puede inscribirse en una trayectoria cronológica anterior. J.L. Van Zanden (1991) se refirió explícitamente a una “primera” revolución verde europea para caracterizar el fuerte incremento en el uso de fertilizantes y la mejora varietal que tuvo lugar desde finales del siglo XIX en Europa. La importancia de las innovaciones biológicas en esta etapa, fue señalada también para Estados Unidos por A. Olmstead y P. Rhode (2008). Más recientemente, J. Harwood (2012) ha concretado esta visión al destacar la investigación agronómica llevada a cabo en algunas regiones de Europa Central en materia de selección de variedades, que incluyó, a partir de un determinado momento, la obtención de semillas híbridas. Por tanto, muchos de los rasgos del conjunto tecnológico de la posterior Revolución Verde pueden encontrarse en el desarrollo de las agriculturas occidentales de la primera mitad del siglo XX.

Estos enfoques permiten explicar lo sucedido en el cultivo del arroz en España a lo largo de ese siglo como un proceso largo de Revolución Verde. A diferencia del trigo, que cuenta con algunos valiosos trabajos (Pujol, 2002; y 2011), el estudio del cambio biológico en el arroz ha avanzado poco en España. Siendo un cultivo muy secundario en Europa, los canales de difusión de innovaciones técnicas fueron muy diferentes de los que caracterizaron el trigo. Mientras los centros de referencia de este cereal se localizaban en la Europa noratlántica (Gran Bretaña o Suecia) y las innovaciones circulaban hacia los países del sur, el arroz no pudo contar con estos canales de difusión que contribuyeron a la mejora del cultivo en el continente (Walton, 1999: 31).

Por otra parte, en el proceso de cambio técnico que dio lugar a la Revolución Verde tuvieron un protagonismo central las instituciones de experimentación y difusión de nuevas variedades. Podría decirse que la inversión en investigación agronómica fue uno de los motores del crecimiento de productividad agraria en la segunda mitad del siglo XX (Pinilla, 2008: 10). Como es bien sabido, la obtención de altos rendimientos a partir de nuevas variedades híbridas de trigo, arroz y maíz se llevó a cabo, sobre todo, en centros de

investigación especializados. Algunos forman parte destacada de la historia agraria de la segunda mitad del siglo XX: el *International Rice Research Institute*, ubicado en Filipinas, o el Centro Internacional para la Mejora del Maíz y el Trigo, en México.

Sin embargo, este protagonismo de las instituciones internacionales estuvo precedido por una larga tradición de centros nacionales de experimentación y por la circulación de técnicas, conocimientos y cualificaciones entre diferentes países y regiones (Segers y Van Molle, 2022; Hartmann, 2022). Los inicios del siglo XX fueron un momento decisivo en este sentido, marcado por la relación, inicialmente destinada a ir haciéndose cada vez más estrecha, entre ciencia genética y aplicación agronómica de los descubrimientos.¹ En Japón, el principal centro productor de arroz en zonas templadas, las iniciativas estatales de mejora técnica de la agricultura pronto se orientaron a las innovaciones biológicas. El protagonismo correspondió a una red creciente de centros públicos de experimentación. A principios del siglo XX, la búsqueda de mayores rendimientos en un contexto de escasez de tierra se basaba en la selección de variedades ya cultivadas en el país, con especial preferencia por plantas de talla baja (lo que sería un rasgo característico de las nuevas variedades de la futura revolución verde). En un segundo momento, la investigación se orientó a la hibridación, con resultados todavía escasos hasta los años 1930 (Hayami y Akino, 1977). Simultáneamente, en las regiones tropicales de Asia, las potencias coloniales llevaron a cabo iniciativas en la misma dirección: en la India, Java e Indochina se crearon centros de experimentación del arroz (McCracken, 1997; Maat, 2001; Bonneuil y Kleiche, 1993). Por su parte, en Europa, la Stazione Sperimentale di Riscicoltura de Vercelli (Piamonte) y la Granja (más tarde Estación) Arrocería de Sueca (Valencia) fueron también fundadas en los primeros quince años del siglo.

El objetivo de este trabajo es explorar en qué medida la investigación y la difusión agronómica en el ámbito de la mejora varietal del arroz durante la primera mitad del siglo XX constituyeron un precedente en el proceso tecnológico

¹ Kloppenburg, 1988; Palladino, 1994; Bonneuil y Thomas, 2009; Wieland, 2006; Harwood, 2015.

que conduciría a la Revolución verde. Ello exigirá delimitar qué elementos constitutivos de ésta se desarrollaron durante aquel período y, para ello, se centrará el estudio en las actividades, objetivos y resultados de la citada institución valenciana.

El texto se estructura de la siguiente manera. En el apartado segundo se reconstruye la evolución de la Estación Arroceras, desde su fundación en 1913 hasta finales del siglo XX. En el apartado tercero se explican los trabajos realizados en ella, así como los resultados obtenidos. Se destaca también los lazos establecidos con otras instituciones semejantes, especialmente la ubicada en Italia, con la que la Estación española mantuvo un contacto estrecho.

2. El ámbito institucional de la innovación: la Estación Arroceras de Sueca.

La búsqueda de variedades nuevas destinadas a renovar periódicamente la base biológica del cultivo era una práctica habitual en el arroz, como en el resto de cultivos. Desde finales del siglo XIX se intensificó la adquisición de semillas procedentes de diferentes países arroceros y su experimentación en los campos valencianos (Herruzo, 1986: 16; Calatayud, 2006). En 1908, por ejemplo, la Granja Experimental de Valencia (una institución creada en 1881) ensayó diez variedades de arroz, entre las cuales se encontraba la más extendida en la zona, el *Amonquili* (Calatayud, 2000). Los resultados comparados mostraron una mayor resistencia de las variedades japonesas a las patologías más habituales, pero se rechazó su adopción. Se trataba de plantas de ciclo más largo, circunstancia que se adaptaba mal a las condiciones meteorológicas de la región, con las frecuentes tormentas de otoño, que obligaban a recoger la cosecha con antelación.² El *Amonquili* siguió, pues, dominando el cultivo.

Las dos primeras décadas del siglo XX conocieron, además, un aumento destacable del interés de los agrónomos por la mejora del cultivo del arroz, especialmente por la cuestión varietal, tras el descubrimiento del carácter

² *Boletín Agrícola de la Región Agronómica de Levante*, 25 (1908), p. 111.

autopolinizador de la planta. Dentro del ámbito europeo, en España y, sobre todo, en Italia, se multiplicaron los estudios y las experiencias prácticas. Y se crearon canales propios para la divulgación y el intercambio de experiencias. Cinco congresos internacionales reunieron, durante esos años, a expertos de ambos países y, en menor medida, de otras zonas arroceras europeas: Novara (1901), Mortara (1903), Pavía (1906), Vercelli (1912) y Valencia (1914). Los contactos y el intercambio de información se consolidaron y, como veremos más adelante, permitieron establecer relaciones estables entre las instituciones de investigación que surgieron también en ese contexto. Se consolidó, además, el reconocimiento y el prestigio de trayectorias profesionales, como la del agrónomo Novello Novelli, director de la Stazione Sperimentale della Riscoltura, citado repetidamente por los investigadores españoles de la época.³ Todo ello con el trasfondo de un consenso sobre la supremacía italiana en cuanto a investigación y avance técnico.⁴

La cuestión varietal fue una de las temáticas más habituales en estos encuentros y de las discusiones en torno a ella se desprenden tres ideas que influirían en los trabajos de los agrónomos. En primer lugar, la constatación de que la información sobre las variedades existentes era precaria y poco homogénea, lo cual dificultaba los intercambios internacionales. En segundo lugar, la necesidad de que la renovación varietal, que se practicaba de manera empírica por parte de los agricultores, se orientara con criterios científicos. Como se comprobaba para el conjunto de cereales, el cambio de variedad para adoptar otra procedente de entornos geográficos diferentes podía dar buenos resultados en la primera generación, pero agotaba su potencial muy rápidamente (Walton, 1999: 33). Por ello, en tercer lugar, la selección de las variedades disponibles debía ser la prioridad de las instituciones agronómicas, para pasar de los procedimientos de selección más elementales basados en la simple observación, a las selecciones en masa y, con posterioridad, a las guiadas por

³ Con posterioridad, Novelli formó parte del comité científico que asesoraba la gestión del sector del cereal en la Italia fascista: Saraiva, 2010: 463.

⁴ En el desarrollo de la mejora de los cereales en Italia tuvo también protagonismo la iniciativa privada: Felice, 2011.

criterios genealógicos.⁵ Aunque todavía de manera muy incipiente, se planteó también la cuestión de los cruzamientos entre variedades. G. Veillard, ingeniero agrónomo e inspector de los Servicios Agrícolas y Comerciales de Indochina, informó a los asistentes al V Congreso sobre los trabajos de la estación experimental holandesa de Buitenzorg (Java) en la hibridación del arroz, que habían dado pocos resultados, lo que no le impedía pronosticar que se trataba de una técnica con futuro (Calatayud, 2006: 284-285).⁶

En este contexto, la creación en España de una institución agronómica especializada en el cultivo del arroz respondió al estado de opinión generado por un episodio especialmente virulento de la patología más frecuente en los arrozales de la época. Se trataba de la *fallà*, una formación incompleta o defectuosa del grano, que mermaba las cosechas de manera periódica y era muy común en otras zonas arroceras del mundo. En el delta del Ebro se la denominaba *pallús*, en Italia era conocida como *brusone* (un término que también se aplicaba, genéricamente, a otras patologías) y en Estados Unidos, donde causaba regularmente daños de consideración, *straghtthead* (Grist, 1959: 282). En 1911, la *fallà* golpeó duramente los arrozales valencianos. Además, se vieron afectadas por la enfermedad la mayoría de las variedades cultivadas, de manera que, para el año siguiente, se hizo difícil recurrir a la práctica habitual de emplear semillas de las variedades que habían resistido mejor el año anterior.⁷ Un año más tarde, la enfermedad atacó también la cosecha en el delta del Ebro.

En la zona productora valenciana, el arroz era, prácticamente, un monocultivo, que empleaba estacionalmente un elevado número de jornaleros. La pérdida periódica de la cosecha era una amenaza permanente de crisis social. De hecho, en septiembre de 1911, coincidiendo con la siega de la mermada cosecha y en el contexto de una intensa movilización de orientación anarquista, se produjo un violento conflicto que tuvo especial incidencia en la zona arroceras

⁵ Véase la discusión en torno a la ponencia de E. García Montesoro, "Estudio de las variedades del arroz: su importación. Medios de conservar sus caracteres por selección", *V Congreso Internacional de Arroces*, Valencia, 1914, pp. 78-79 y 81.

⁶ Sobre el centro de Buitenzorg y, en general, la investigación holandesa sobre el arroz en Java: Maat, 2001: 177 y ss.

⁷ *Boletín Agrícola de la Región Agronómica de Levante*, 68 (1911).

valenciana (Chust, 1987). Tal vez por todo ello, un grupo de grandes propietarios arroceros y algunos ayuntamientos, especialmente el de Sueca (donde se cultivaban casi 7.000 hectáreas de este cereal) solicitaron al Gobierno la puesta en marcha de un establecimiento para combatir la enfermedad. La respuesta fue rápida, porque en octubre de 1911 se decretó ya la creación de una Granja Arroceras (que, desde 1924, cambió de denominación: Estación Arroceras de Sueca, en adelante EAS). El momento fue favorable: en los años inmediatamente posteriores, la I Guerra Mundial produjo un aumento notable de las exportaciones y los precios del arroz y provocó un aumento de la superficie dedicada a él (Calatayud, 2002: 63).

El establecimiento se puso en marcha en 1913, el mismo año en que se crearon las dos primeras estaciones arroceras en la Indochina francesa (Bonneuil y Kleiche, 1993: 42). La dirección correspondió, inicialmente, al ingeniero agrónomo Eduardo García Montesoro, que era también profesor de la Escuela de Peritos Agrícolas de Madrid. Tras consolidar la institución, en 1924 sería sustituido por Rafael Font de Mora. Ambos directores publicarían, en los años siguientes, textos muy destacables sobre los diferentes aspectos del cultivo: *El arroz: cultivo y comercio* (1929), de García Montesoro y *El arroz, su cultivo, molinería y comercio* (1939), de Font de Mora. En estas primeras etapas, pasaron también por el centro técnicos que tendrían, con posterioridad, trayectorias destacadas, como el agrónomo José M^a Carrasco García y el químico Juan Castells Fos. El centro se ubicó inicialmente en instalaciones cedidas por el ayuntamiento de Sueca hasta que, en 1923, encontró una sede estable (en la que permanece hasta hoy mismo). Progresivamente se fue dotando de medios técnicos, como el laboratorio químico y de patología vegetal, así como de materiales de cultivo, un molino arroceras y las imprescindibles balsas para cultivar experimentalmente en pequeña escala las variedades bajo condiciones diferenciadas.

Como correspondía a su misión inicial, la Granja dedicó sus primeros trabajos al problema de la *fallá*. Sin embargo, a la hora de encontrar variedades alternativas al *Amonquili*, muy vulnerable a la patología, los técnicos se enfrentaron de inmediato a carencias importantes. Uno de los primeros objetivos

de la nueva institución fue clarificar las diferencias entre variedades, dada "...la gran confusión que existe por considerar como variedades distintas lo que, si estudiamos botánicamente, veremos que no son sino la misma variedad, y los distintos nombres de las variedades son, generalmente, el de las personas que las introdujeran en los países arroceros" (García Montesoro, 1929: 27). La falta de sistematicidad afectaba también a la posibilidad de recuperar variedades útiles de cuyos orígenes no había quedado registro. Y, sobre todo, se pretendía sistematizar la importación de variedades nuevas, que hasta el momento se hacía de manera indiscriminada. Para los técnicos, se requería conocer previamente las características de cada semilla, para determinar su adaptabilidad a las condiciones de cultivo de la zona. Para ello, era fundamental el contacto con centros oficiales de otros países, dejando atrás la práctica de intercambios entre agricultores más o menos informados.

Las variedades ensayadas esos años procedían, sobre todo, de Italia, Japón y Filipinas. Ya en 1913 se cultivaron catorce variedades y, como la Estación no contaba todavía con tierras propias, las experiencias se llevaban a cabo en parcelas de propietarios que se prestaban a ello. Desde el primer momento, los técnicos siguieron protocolos de experimentación que implicaban el registro escrito de las condiciones de cada ensayo, las incidencias en el mismo y sus resultados finales. Todo ello constituía el fundamento para una labor científica de largo plazo. Inicialmente la Granja se centró en la selección en masa de variedades extranjeras. Se trataba de un procedimiento más sistemático que otros métodos de selección de semilla practicados por los agricultores y que, al mismo tiempo, requería menos años que la selección de líneas puras. Estos primeros ensayos buscaban también comprobar los efectos de los fertilizantes químicos (García Montesoro, 1929: 50 y ss.).

En cuanto a la difusión de las innovaciones, el nuevo establecimiento se fijó la tarea de distribuir las semillas seleccionadas a los agricultores, inicialmente con carácter gratuito y en pequeñas cantidades. La limitación procedía de la carencia de suficientes tierras para reproducir las semillas elegidas, aunque, a mediados de los años 1920 se podían distribuir ya unos 50.000 kg. anuales. Por otra parte, desde 1915 comenzó a publicarse un *Boletín Arroceros* que se repartía

gratuitamente. En él, como en las conferencias a cargo del personal técnico, se daban a conocer en la zona productora valenciana los avances realizados en la Estación.⁸

En la segunda mitad de los años veinte, aumentó la complejidad de la investigación, al iniciarse la selección genealógica (en 1927) y las primeras hibridaciones (en 1929). En 1930 se habían intentado quince híbridos, empleando como progenitores preferentes algunas de las variedades más difundidas en la zona, como el *Benlloch*, que se cruzó con variedades extranjeras seleccionadas durante los años previos. Se materializaban así los primeros logros sustanciales como resultado de la experimentación y la selección de variedades llevadas a cabo desde la creación de la Estación. Desde ese momento, las semillas procedentes del exterior dejaban de ser la única fuente de nuevas variedades (Herruzo, 1986: 92). El recién abierto *Libro Genealógico de Híbridos* registraría los progresos de esta actividad. A juzgar por la falta de referencias, los técnicos de Sueca debían desconocer los híbridos obtenidos en Japón desde 1904 (Grist, 1959: 105), aunque sí tenían constancia de los italianos, de los obtenidos en la India británica, de los trabajos citados en Java y valoraban, sobre todo, la difusión de la variedad *Blue Rose* en Estados Unidos.⁹ En la biblioteca de la institución se encuentran los informes procedentes de estos lugares y el director García Montesoro los recogió en su manual sobre el arroz publicado en 1929. Había, en todo caso, pocos referentes internacionales con los que comparar el trabajo de experimentación.

El ciclo de creación de un híbrido apto para el cultivo incluía procesos de selección en sucesivas cosechas a partir de la primera generación. Por ello la difusión de estas nuevas variedades sólo se producía transcurridos unos años. En 1930 se obtuvo el *Insen x Tremesino*, en 1933 el *Precoz verde* y, en 1937, *Colusa x Nano*. Mientras, se seguía trabajando en la introducción y adaptación

⁸ Archivo Estación Arrocería de Sueca (en adelante AEAS), "Memoria de los trabajos efectuados y de los servicios prestados durante el quinquenio 1925- 1929"

⁹ AEAS, "Memoria de la Estación Arrocería de Sueca correspondiente al año 1930, por R. Font de Mora". El *Blue Rose* había sido el mayor éxito de los técnicos norteamericanos en cuanto a mejora varietal durante las primeras décadas del siglo. En la búsqueda de nuevas variedades, la llegada de semillas de Asia y de América Central, fue también decisiva en el país; Coclanis, 2017: 316.

de nuevas variedades del exterior. Entre 1913 y 1936 entraron en la EAS 146 variedades extranjeras, procedentes de una gran diversidad de lugares: Australia, Brasil, China, Egipto, EE.UU., Filipinas, Guatemala, Italia, Japón, Java, Madagascar, México, Rusia y Santo Domingo (Zaragoza, 2011: 91). También se prolongaron los estudios sobre abonado y control de plagas (en especial el barrenador o *cucaí*, que tuvo un impacto grave en 1935), en colaboración con la Estación de Fitopatología de Burjassot, que venía operando en la provincia desde principios de siglo (Catalá y Guillem, 2006).

Los intercambios exteriores fueron frecuentes desde los inicios del establecimiento de Sueca: visitas de agrónomos extranjeros a Sueca y viajes de empleados de la Estación a otros países; correspondencia e intercambio de información con centros exteriores, especialmente de Italia, Francia y América Latina; recepción y envío de variedades; etc. Las visitas a la Stazione Sperimentale di Riscoltura de Vercelli (creada en 1908 por iniciativa de organizaciones de propietarios y de regantes de Novara y Vercelli, en el Piamonte) fueron habituales, lo que dio lugar a una estrecha relación del centro valenciano con este establecimiento del norte de Italia. El director de la Estación viajó en 1926 (recién proclamada la *Battaglia del Grano* por Mussolini) a Vercelli y publicó los resultados de su estancia.¹⁰ Ese mismo año se firmaban acuerdos con el Consorcio agrario de Lodi, Milán y Pavía para intercambiar semillas. Y una parte sustancial de las máquinas y material de investigación utilizados procederían también de Italia. Los técnicos españoles asumían abiertamente el desarrollo científico más avanzado de Italia, como, por otro lado, hacían los holandeses en sus trabajos en Java, al tomar como guía la metodología “racional” seguida en aquel país (Maat, 2001: 179-180). Pese a todo, la diferencia de condiciones climáticas (las principales zonas de cultivo en Italia se encontraban entre 44 y 46° de latitud norte, frente a las regiones españolas que en ningún caso sobrepasaban los 40, en el delta del Ebro) obligaban a discriminar variedades y hacían necesaria la adaptación de las que se importaban.

¹⁰ R. Font de Mora, *La producción arrocería italiana. Memoria de un viaje de estudio*, Valencia, Doménech, 1926. AEAS, “Memoria correspondiente a los trabajos realizados y servicios prestados durante el año 1925”.

A la inversa, variedades seleccionadas en Sueca se difundieron también en algunos países. Algunas se introdujeron en Italia, Madagascar y la Indochina francesa.¹¹ Y la propia Estación se incorporó a la red de centros conocidos en el ámbito arrocero internacional y su labor comenzó a verse reflejada en sus publicaciones : “Il est intéressant de noter des résultats comme ceux que la station d’expériences de Valence en Espagne a obtenus avec des variétés d’importation...”¹²

La creación y las primeras décadas de la EAS se desarrollaron en un contexto de avance notable de la investigación y la divulgación agronómicas, que alcanzaron cierta madurez antes de la Guerra civil (Fernández Prieto, 2007). En él ocuparon un lugar las iniciativas institucionales en materia de genética aplicada a la agricultura y la ganadería. Fue en estos sectores donde se difundió más tempranamente (con un retraso no excesivo respecto a los países pioneros) la genética moderna (Pinar, 2002). Desde 1908 venía operando en Madrid una Estación Central de Ensayos de Semillas, fundada por José Hurtado de Mendoza y, en 1921 se creó la Misión Biológica de Pontevedra. Fue también el momento en que comenzaron a introducirse en España las técnicas modernas de hibridación, que partían de la manipulación controlada a partir de progenitores previamente seleccionados, recogían los resultados con técnicas biométricas y respondían a necesidades concretas de la producción agrícola (Pinar, 2000: 335 y 342). En este contexto, una peculiaridad del establecimiento valenciano era su estrecha relación con el ámbito de la producción y el carácter muy especializado de su objeto de investigación. Como se ha dicho, la EAS nació a partir de demandas surgidas del sector arrocero y concentró su actividad en un único cereal, a diferencia de entidades como la Misión Biológica de Pontevedra que, por los mismos años, compaginaba la búsqueda de híbridos del maíz con

¹¹ M. Montagnac, “Recherches sur le riz effectuées à la Station Agricole de Marovoay”, *Riz et Riziculture*, vol XI, nº 4, 1937, pp. 185-216; R. Piacco, *Prove di acclimatazione di risi esotici in Italia*, Vercelli, 1937; E. Carle, “L’oeuvre du Laboratoire de Génétique de Saigon pour l’amélioration des riz de Cochinchine”, *Riz et Riziculture*, vol. II, nº 2, 1926, pp. 89-98.

¹² G. Capus, “Les progres de la riziculture”, *Riz et Riziculture*, vol. 1, nº 1, 1925, p. 13. También L. Borasio, “La coltivazione del riso nella provincia de Valencia”, *Il Giornale di Riscicoltura*, XX, nº 4, 1930, pp. 55-63

estudios sobre otros cultivos y con la mejora ganadera.¹³ Se ha señalado la dificultad de evaluar el alcance de las innovaciones biológicas en este periodo incipiente. Si la capacidad de producir semilla híbrida en Sueca o en Pontevedra era limitada, no era mejor la situación en otros países: en Estados Unidos, el maíz híbrido sólo llegaba al 1% de la superficie de cultivo en 1933 (Pinar, 2000: 339).

Durante la II República, el centro de Sueca se integró en la nueva red de centros de investigación agronómica. En 1932 pasó a depender del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, creado ese año (Herruzo, 17). Pasó a denominarse Departamento del Arroz, dentro del Centro Regional de Levante. En 1934 estaba dirigido por Manuel Herrero de Egaña y, desde 1935, con plaza definitiva, por Álvaro de Ansorena y Sáenz de Jubera, que provenía de la Estación Naranjera de Murcia (Zaragoza, 2011: 91).

Así, pues, con anterioridad a la Guerra civil, la EAS había desarrollado una labor no despreciable en cuanto a búsqueda, creación y ensayo de nuevas variedades. También había avanzado en las relaciones con el sector arrocero, especialmente a través de las cooperativas y la Federación Sindical de Agricultores Arroceros, un organismo creado en, los años veinte, que reunía los distintos intereses del sector y había sido muy activo durante los años treinta frente a las crisis del comercio del arroz (Calatayud, 2002). Font de Mora afirmaba en 1930: "...se ha establecido una red completa de distribución de semillas que garantiza su renovación anual en los campos y, como resultado, la seguridad de que no se presentará el fenómeno de la fallá..."¹⁴ Los agricultores solicitaban semilla al centro y éste no podía atender todas las peticiones, pese a que la distribución de semillas seleccionadas había alcanzado los 63.300 kg. en 1929, con un aumento del 33% desde 1926. Finalmente, también había establecido contactos regulares con un conjunto de instituciones agrarias de todos los continentes.

¹³ Como la EAS, la Misión mantenía relaciones fluidas con centros extranjeros, en particular con la Stazione de Maiscoltura de Bérgamo y con la Connecticut Agricultural Experiment Station (Cabo, 1997: 107)

¹⁴ AEAS, "Memoria de los trabajos efectuados y servicios prestados durante el quinquenio 1925-1929"

Con el Franquismo, se produjo una reestructuración de la red de centros agronómicos formada durante el primer tercio de siglo, que padecía ahora los efectos de la depuración por razones políticas (Fernández Prieto, 2007: 217 y ss.) En 1940, se agruparon todos en el nuevo Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. En el caso de la EAS, no se produjo una ruptura clara con la etapa anterior. El director nombrado en 1935, Álvaro de Ansorena, que había sido destituido durante la Guerra civil, volvió al cargo en 1939. Además, como veremos en el siguiente apartado, las labores de hibridación iniciadas hacia 1930 comenzaron a dar sus resultados, precisamente, en la década siguiente, habida cuenta de los lapsos temporales necesarios para la selección de las variedades producidas. Y, a pesar del aislamiento internacional de España durante los años cuarenta, al parecer entraron en la EAS unas 250 nuevas variedades entre 1940 y 1952 (Zaragoza, 2011: 121).

En esos momentos, la agricultura arroceras española había iniciado una expansión sin precedentes, con la rápida introducción del cultivo en las Marismas del Guadalquivir. La iniciativa surgió durante la Guerra civil con el objetivo de elevar la producción arroceras de la zona franquista, contó con el patrocinio de los militares sublevados y recurrió, inicialmente, a la importación de semillas de la Italia fascista. La implantación del nuevo cultivo en esta zona se produjo sobre una estructura de la propiedad distinta a la de las regiones tradicionalmente arroceras: en las Marismas, el tamaño de las explotaciones y la concentración de la propiedad eran notablemente mayores que en Valencia o Tarragona. De ese modo, se alteraba una de las condiciones en las que, inicialmente, se había desarrollado la investigación sobre las variedades. Pese a todo, al acabar la Guerra, al centro de Sueca se le asignó la responsabilidad de proporcionar semillas adaptadas a la zona sevillana (Camprubí, 2017: 131).

Además, la política agraria autárquica del primer franquismo trató de vincular el centro de Sueca con el entramado del sindicalismo vertical, a través de las relaciones establecidas con la Federación Sindical de Agricultores Arroceros. En el nuevo contexto del corporativismo franquista, la Federación fue el canal a través del cual las variedades ensayadas en la Estación de Sueca podían pasar al cultivo. Al mismo tiempo, servía también de vía de transmisión

de las demandas del sector hacia los técnicos de Sueca. Se establecía, así, una conexión entre los intereses arroceros y la investigación sobre el cereal, en un momento en que el cultivo se extendía en zonas nuevas y alejadas de las condiciones físicas que habían caracterizado el área productora de Valencia. Sin embargo, la eficacia y los resultados de esta colaboración fueron limitados. Los responsables de la Federación no mostraron gran interés en las innovaciones de Sueca y, de hecho, una de las variedades más difundidas en los nuevos arrozales del Guadalquivir era producto de la selección llevada a cabo por un agricultor de la zona (Camprubí, 2017: 143). Todo ello a pesar de que el director de la EAS en esos años, Álvaro de Ansorena, simultaneó este puesto con el de Delegado Nacional del Servicio Nacional del Trigo, el máximo organismo de gestión de la producción agraria durante los años cuarenta. En todo caso, aunque es posible que las condiciones de aislamiento y urgencias alimentarias dieran a la EAS un papel más relevante a escala nacional, parece exagerada la afirmación de Camprubí (2017: 132) de que la Estación desempeñó un papel central en la agricultura de la Autarquía.

Las relaciones entre la EAS y la Federación y de ambas con los cultivadores experimentaron algunos cambios. Tras el periodo de mayor intervencionismo durante el primer Franquismo en el que la relación fue estrecha, el sindicato arrocero quiso abrir un espacio a la iniciativa privada en el suministro de semillas. Sin embargo, los resultados fueron escasos y pronto se comprobó la necesidad de seguir impulsando la renovación de las variedades cultivadas, por lo que en 1966 se volvió a establecer un Servicio de Semillas oficial (Castells, 1971: 114).

De manera paralela, en 1947 se había creado el Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas, que debía abrir un Registro de Variedades de Plantas. El correspondiente al arroz se inició en 1953 y se nutría de variedades de tres procedencias: las aportadas por la EAS; las que obtenían agricultores particulares y eran confirmadas por los técnicos; y las procedentes del exterior. Pronto se publicó una “Lista de variedades recomendadas de arroz”, que tuvo una cierta acogida por parte de los cultivadores y de la que se hicieron varias ediciones (Registro, 1971: 100)

Mientras, los años transcurridos desde que la Estación fijó su sede en Sueca habían deteriorado las instalaciones. Durante las dos primeras décadas del régimen, las deficiencias de los viejos edificios dificultaron las labores de la Estación. Sólo en 1966 se inaugurarían instalaciones nuevas, que incluían varios servicios de nueva creación, entre ellos un invernadero para ensayar variedades tropicales (Zaragoza, 2011: 123). Por esa época y, a pesar de las estrecheces del centro, la mayoría de variedades cultivadas en España procedían de las hibridaciones o de las adaptaciones realizadas en él (Zaragoza, 2011: 124).

Los intercambios entre los países arroceros del Mediterráneo se reanudaron. En la década de 1950 había surgido una nueva área productora en el Mediterráneo occidental, la de la Camargue francesa. El primer impulso había venido, como en Sevilla, de las necesidades alimentarias de la Guerra, a partir de 1942 (Marie, 1971: 75). Con posterioridad, las ayudas del Plan Marshall, en forma de maquinaria de movimiento de tierras, facilitaron el acondicionamiento de esta zona para el cultivo del arroz, que pasó de apenas 300 hectáreas en 1942 a 13.000 diez años después (Mouret, 1997: 36; Prévot, 1953: 13). Sin embargo, las variedades procedentes de España no resultaron aptas para esta zona a causa de su ciclo más tardío (por la diferencia de temperaturas medias, ya que la Camargue se encuentra casi en el límite norte del cultivo) y acabaron adoptándose variedades italianas, en particular el *Balilla*: “Nous sommes à peu près complètement tributaires des Italiens pour nos semences”.¹⁵ La selección corrió a cargo de la Estación de Plantas de Montpellier¹⁶, que no consiguió incrementar con rapidez unos rendimientos bajos (20-30 Qm. frente a los 50-60 de España o Italia). El objetivo principal en Francia era, precisamente, acercarse a la productividad de los países vecinos (Prévot, 1953: 14). Algo más tardía fue la relación con Portugal: en 1969 se había establecido el intercambio de material genético, en particular de híbridos obtenidos en Sueca (López Campos, 1971: 64-54).

¹⁵ Pierre Clave, *La culture du riz en France*, Marsella, Syndicat National des Riziculteurs, 1948. En cambio, buena parte de la mano de obra –estacional, gracias a la cosecha más temprana en Francia- procedió de las zonas arroceras españolas.

¹⁶ En ella se dedicó mucha atención a una tecnología poco desarrollada hasta entonces: la aplicación de radiaciones para obtener mutaciones en las semillas (Marie, 1971: 75).

También se reanudaron las reuniones con técnicos de otros países. En 1970, las Jornadas Arroceras celebradas en Valencia en junio (en plena temporada del cultivo), reunieron a técnicos de España, Italia, Portugal y Francia y, en menor medida, de otros países europeos. El encuentro se consideraba la prolongación de los celebrados en Arles (Francia) en 1968 y Vercelli (Italia) en 1969 y dio lugar a un buen número de ponencias, publicas ese mismo año (Federación Sindical, 1971: 114-122). Esta reunión del ámbito arrocerero mediterráneo se realizaba bajo el influjo de los primeros éxitos de la Revolución verde. La variedad IR8, del *International Rice Research Institute*, llamada a revolucionar los rendimientos del arroz en Asia, se encontraba en pleno proceso de difusión en aquel continente y la mejora varietal a través de la hibridación se había convertido en la tecnología definitoria de una nueva era. Sin embargo, los técnicos que concurrieron en Valencia coincidían en que las condiciones de los arrozales europeos eran sustancialmente distintas. Por un lado, la nueva variedad desarrollada en áreas tropicales asiáticas había tenido pobres resultados al ser experimentada en Francia, Italia o España (López Campos, 1971: 61; López Campos et al., 1975: 56). Por otro, en Europa no podía ser una prioridad el aumento de los rendimientos, que, en aquel momento, estaban entre los más elevados del mundo.

Hacia el final del periodo estudiado y en las décadas posteriores a 1980, el papel central de la EAS se vio modificado por la consolidación de centros de investigación en algunas de las otras zonas productoras: campos de experimentación de propietarios particulares en Amposta y más tarde, a finales de siglo, la Estación Experimental del Ebro; o del Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria en de Alcalá del Río (Sevilla). La iniciativa privada en la producción de semillas no haría su aparición hasta más tarde, fuera del periodo estudiado aquí. Por otra parte, las actividades de la EAS se vieron insertas en la reestructuración de la investigación agraria iniciada en 1979, con la introducción de los programas de investigación (Herruzo, 1986: 22)

3. Las nuevas variedades: ¿qué modalidad de revolución verde?

Los criterios que guiaron las labores de experimentación de la EAS guardan relación con las peculiaridades de la producción arroceras en una región mediterránea, alejada y geográficamente diferenciada de los grandes centros productores mundiales. Por un lado, la investigación estaba constreñida por esas condiciones particulares. Por otro, contribuyó también a modificar los criterios. Estos fueron cambiando a lo largo del tiempo y, si bien la innovación biológica – las variedades- fueron el aspecto central de la actividad, otras condiciones del cultivo también fueron objeto de atención.

Como se ha dicho con anterioridad, la búsqueda de soluciones a la *fallá* es la que había motivado la creación de la Estación. Se trataba, pues, no tanto un problema de rendimientos sino de regularidad de la cosecha. Dada la inexistencia de método químico alguno para combatir la enfermedad y la importancia que los agrónomos atribuían a factores meteorológicos (vientos excesivamente cálidos hacia el final del ciclo de cultivo, en el mes de agosto), el cambio de variedades se convirtió en la solución más aceptada.¹⁷ De hecho, era la que, como en otros episodios anteriores, trataban de adoptar los agricultores por sí mismos: “Con motivo de la fallada de arroz última, coméntase entre los ribereños las variedades de simientes que habrán de sembrar en el año venidero en sustitución del llamado *Amonquili*, pues pululan por el mercado con más o menos probabilidades de éxito seis u ocho variedades, bautizadas todas ellas a capricho...”¹⁸ La labor de la Estación habría de consistir en guiar este cambio con criterios científicos.

Inicialmente, la variedad *Benloch* mostró una gran resistencia a la *fallá*, lo que la convirtió en la más extendida durante muchos años.¹⁹ Se trataba de un arroz conocido con anterioridad. Había llegado hacia 1909 de Italia, donde se conocía como *Chinese originario*, y había sido objeto de sucesivas selecciones

¹⁷ *Boletín Agrícola de la Región Agronómica de Levante*, 21 (1907), p. 91. Antonio Maylin, *Rápida disminución de la producción arroceras en esta provincia. Sus causas*, Valencia, 1914

¹⁸ *Boletín Agrícola de la Región Agronómica de Levante*, 71, septiembre de 1911, p. 305.

¹⁹ Archivo de la Estación Arroceras de Sueca, *Memoria de los trabajos realizados por la Granja Arroceras de Sueca desde 1913 hasta el año 1922*. Herruzo, 1986: 18.

en territorio valenciano.²⁰ Una vez en funcionamiento, la Estación continuó con estas selecciones que, más tarde, se realizarían con criterios genealógicos (López Campos et al., 1970: 30-31). Cuando la enfermedad atacó otras zonas arroceras del país, como la de Calasparra (Murcia) en 1921, los técnicos de la Estación estudiaron las circunstancias de este episodio y propusieron como solución la sustitución de la variedad *Bomba* por el *Benlloch* (García Montesoro, 1929: 164-167).

Sin embargo, hacia 1923, otra variedad comenzó a desplazar a ésta última. Se trataba del *Americano 1600* o *Colusa*, una variedad que la Stazione de Vercelli había obtenido a través del Departamento de Agricultura de los EE.UU. y que llegó a España a principios de los años 1920. Tuvo una rápida difusión y seguiría en cultivo durante tres décadas más (Zaragoza, 2011: 91). Así pues, las variedades con mayor aceptación en España eran las procedentes de Italia, cuyo ciclo de cultivo coincidía más con el que se seguía habitualmente, mientras las variedades japonesas, por ejemplo, retardaban en exceso la maduración (García Montesoro, 1929: 29). Sin embargo, la EAS ensayó un elevado número de variedades de diferentes orígenes durante estas décadas. Aunque sólo unas pocas acabaron aceptándose, otras servirían con posterioridad para llevar a cabo los cruzamientos (Zaragoza, 2011: 91). La mayoría procedían sólo de cuatro territorios: Italia, Brasil, Estados Unidos y Filipinas. Sin embargo, los técnicos pronto comprobaron que parte de esas semillas, conocidas con nombres diferentes, eran, en realidad la misma variedad botánica (García Montesoro, 1929: 27). De ahí, la importancia, que hemos comentado más arriba, de estandarizar las denominaciones, una tarea que sólo podía realizarse en coordinación con centros de otros países.

Al objetivo inicial relacionado con la *fallà* pronto se añadieron otros. Casi desde el primer momento, la EAS inició ensayos destinados a comprobar los

²⁰ R. Dumont, "Selección y abonado del arroz en Italia, en las Indias, en Ceilán y en Indochina", *Boletín Mensual de Informaciones Técnicas* (Instituto Internacional de Agricultura), XXII, nº 5, 1931, p. 221. En estas primeras décadas del siglo, la resistencia a la *fallà* era también un criterio en la selección de variedades en Estados Unidos: Charles E. Chambliss, *Some new varieties of rice*, US Department of Agriculture, 1923, p. 15, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uiug.30112019238283&view=1up&seq=1>

efectos de los fertilizantes químicos. El arroz había sido, desde mediados del siglo XIX, uno de los cultivos con mayor uso de abonos en España. Las abultadas importaciones de guano habían ido destinadas, sobre todo, a este cereal en territorio valenciano y la aparición de los fertilizantes químicos encontraron de inmediato una respuesta en los arrozales. De hecho, al entrar en el siglo XX, algunos agrónomos juzgaban excesivo el uso de sulfato amónico, que podía llegar a 1.200 kilogramos por hectárea, lo que se relacionaba con algunos problemas y patologías del cultivo (Mateu, 1996: 269). Los valores medios en el uso de fertilizantes eran también sustancialmente mayores en Valencia que en otras áreas mediterráneas, como puede verse en el cuadro 1. En este contexto, el objetivo que se fijó la Estación era establecer la fórmula más adecuada para el tipo de suelos y las cantidades y modalidad de empleo de los abonos. Tras nueve años de ensayos, se dictaminó como el abonado más adecuado el compuesto por sulfato amónico, superfosfato de cal y sulfato de hierro, una fórmula ligeramente diferente a la empleada en otras zonas arroceras (García Montesoro, 1929: 68).

Cuadro 1. Uso de fertilizantes en el arrozal. 1926-1927 (kg. por Ha.)

	Sulfato amónico	Sulfato de hierro	Superfosfatos	Cloruro potásico
Valencia	600	240	600	
Delta del Ebro	450		260	
Italia	200		600	150

Fuente: Font de Mora, 214-215. Elaboración propia.

Esta investigación tenía efectos prácticos. A petición de los propios agricultores, la Estación realizaba análisis químicos de los fertilizantes comercializados en la zona. Dado que las compras de estos abonos solían realizarse en común, a través de cooperativas, los análisis alcanzaban a partidas de cierta importancia. En 1925, el director de la Estación consideraba un éxito esta labor: “La actuación del laboratorio químico ha sido causa de una mayor rectitud en la calidad de los abonos vendidos a los agricultores; de las primeras materias químicas empleadas por los agricultores arroceros para elaborar sus

fórmulas de abonado; era común el fraude en los superfosfatos de cal y en la actualidad todos ellos cubren la riqueza a que son vendidos”.²¹

La Estación trataba de adaptar los criterios a los cambios percibidos en los mercados internacionales. Hacia 1930 se consideraba necesario diversificar la búsqueda de variedades, en particular el ensayo de arroces de grano largo, para responder a la demanda exterior y poder mantener así los niveles de exportación, que en esos años alcanzaban al 27% de la producción nacional (Calatayud, 2002: 63). Conforme se hacían visibles los efectos de la crisis de los años 1930, se reconsideraron los objetivos. La caída de las exportaciones y de los precios obligaba a que “...se abandone la típica producción española, dirigida a la obtención del máximo rendimiento, en lo que es sabido se ha alcanzado la primacía mundial con considerables ventajas y que se oriente a la obtención de arroces de mejor calidad y menor rendimiento, con lo que se disminuirá la cifra del exceso”.²² En relación con todo ello, en 1935 se llevó a cabo un estudio de la cosecha de aquel año para determinar la calidad de la producción; para ello se analizaron 220 muestras procedentes de todas las zonas arroceras del país.²³ La caída de las exportaciones de arroz como consecuencia de la gran depresión había sido mayor que para otros productos y pasaron de casi 600.000 Qm. en 1928 a poco más de 85.000 en 1933 (García Guijarro, 1934: 19). En general, se trataba de exportaciones de calidad (Perpiñá, 1982: 354) y la investigación agronómica trataba de redefinir sus objetivos en medio de estas fluctuaciones del mercado.

Los resultados del sector arrocero español durante las cuatro primeras décadas del siglo las interpretó, en perspectiva comparada, el geógrafo francés René Musset en un informe publicado a principios de los años 1940. “L’Espagne est plus remarquable par l’excellence de sa production, qui obtient le plus beau rendement du monde, 62 q. à l’ha, et par l’originalité de ses méthodes que par l’importance de sa culture, 48.000 ha.» (Musset, 1942-1944: 260). Los elevados rendimientos, conseguidos sobre todo con la variedad *Benlloch*, los

²¹ AEAS, Rafael Font de Mora Llorens, “Memoria correspondiente a los trabajos realizados y servicios prestados durante el año 1925”.

²² AEAS, “Memoria de la labor de investigación agronómica realizada en el año 1933”.

²³ AEAS, “Trabajos y experiencias, 1935-1940”

explicaba por varias razones. En primer lugar, la generalización del método de trasplante que, en Italia, estaba mucho menos extendido, y la preparación de los plántales: "... En Espagne, le pays du monde où les soins apportés aux pépinières sont le plus minutieux" (p. 268). Estas labores, muy intensivas en trabajo, constituían un sistema de cultivo "semiasiático", pero con el añadido del empleo de elevadas cantidades de fertilizantes y una práctica de regadío eficiente. Si en Italia el cultivo era "...scientifique et caractérisé par l'emploi des recherches savantes et des procédés modernes..... on est tenté de conclure que l'Espagne s'est chargée de montrer, en le pratiquant dans les meilleures conditions, la supériorité du système asiatique" (p. 265). No había referencias a las actividades de la EAS en este estudio panorámico del cultivo del arroz en el mundo. En cambio, según un texto sobre el arroz publicado en 1941 por especialistas del *Food Research Institute* de Stanford, las variedades empleadas eran una causa de los buenos resultados del cultivo: "Spain has long held the distinction of securing the highest yields of rice obtained anywhere in the world. This result has been attributed to heavier manuring, better cultivation, the use of improved varieties, and the prevalence of transplanting; but yields are doubtless higher also because the acreage is small and limited to very fertile land" (Wickizer y Bennett, 1941: 233).²⁴ Estos juicios nos sitúan ante las condiciones que en que debía desarrollarse la mejora de variedades en España, en un momento en que el cultivo seguía restringido a áreas relativamente reducidas en el litoral mediterráneo. Se trataba de mantener los altos rendimientos mediante la renovación varietal periódica, al tiempo que se encontraban soluciones para la modificación de las condiciones de cultivo (en especial, como veremos, el elevado empleo de mano de obra), forzada por los cambios en el contexto socioeconómico.

Fue en la década posterior a la Guerra Civil cuando llegaron al ámbito de la producción algunas de las innovaciones realizadas con anterioridad por la EAS

²⁴ Otro testimonio: "The average acre yield of rice in Spain is much higher than that in any other important rice-producing country The rice fields are small and well cultivated, fertilizers are commonly used, and the rice is transplanted Varieties from Japan and Italy do well in Spain, and the introduction of improved varieties from these countries has been of material benefit to the rice industry", United States Department of Agriculture, *Yearbook of Agriculture 1936*, Washington, 1936: 438.

(Herruzo, 1986: 20). Como muestra el cuadro 2, el *Precoz verde*, representaba en 1945 el 40% de la superficie, mientras en 1950 *Colusa x Nano* ocupaba el 45% de las tierras. Ambos eran híbridos obtenidos en los años treinta. Sin embargo, los años cincuenta parecen mostrar un parón en esta incorporación de híbridos al cultivo: durante algunos años la producción estuvo dominada por una variedad llegada en 1939 de Italia, el *Balilla*. Si tenemos en cuenta el ciclo de generación y difusión de nuevas variedades, este hecho sugiere una ralentización de la investigación en el período inmediatamente posterior a la Guerra o un menor impacto en la producción de los híbridos obtenidos en los campos de ensayo. A pesar de los efectos del aislamiento exterior y de la depuración interior sobre los investigadores funcionarios, la agronomía fue uno de los ámbitos donde primero se recuperó la aplicación de la genética (Pinar, 2002). Aun así, el *Balilla* habría de tener un gran impacto también en el ámbito de la experimentación.²⁵

Hay que esperar a los años 1960 para encontrar de nuevo el protagonismo de los híbridos de la EAS. Tres de las variedades obtenidas, respectivamente en 1948, 1956 y 1957, *Balilla x Sollana*, *Sequial* y *Bahía* (todos los cuales tenían como progenitor común el *Balilla*), se consolidaron en la producción durante los años sesenta y setenta, en el momento en que se materializaba la Revolución verde en diferentes regiones del mundo. La sustitución de unas variedades por otras era relativamente rápida, pero, como se advierte en el cuadro 2, alguna de ellas llegaba a ser dominante durante más de una década. Los tres híbridos citados reunían caracteres semejantes en cuanto a la resistencia al encamado y a los rendimientos, pero *Bahía*, además, se adaptaba a la siembra directa (López Campos et al. 1969: 23 y 75). De esa manera, en 1980, representaba el 74% de la producción. El *Bahía*, además, fue adoptado en Italia bajo el nombre de *Padano*.²⁶ En ocasiones, las de menor éxito, como el *Sequial*, adquirían

²⁵ “La selección del veterano *Balilla* que [en Italia] todavía ocupa un lugar en la producción al cabo de 50 años de cultivo, significó uno de los más importantes pasos en el aumento de la producción y ha sido progenitor de gran número de variedades italianas y españolas. Sus excelentes cualidades agronómicas y su capacidad de soportar fuertes abonados nitrogenados todavía lo mantienen en cultivo a pesar de su poca calidad culinaria”, López Campos, 1971: 61.

²⁶ Ballesteros, 2003a, p. 66; Tamborini, 2018: 14 y 21. El *Padano* se inscribió en el registro italiano de variedades en 1973, donde se incluyó la referencia a la denominación española. El genetista Antonio Tinarelli daba cuenta de la recepción en Italia del *Bahia* (Tinarelli, 1971: 71), cuyas ventajas serían la resistencia al encamado y a los patógenos

importancia como progenitores para otras nuevas variedades de mayor repercusión (Carreres, 2007: 26). La renovación de variedades seguiría con posterioridad. El híbrido *Senia*, obtenido en 1984, dominaba la producción en la última década del siglo (Ballesteros, 1997: 66). Hay que destacar, a la vista de cuadro 2, la elevada concentración del cultivo en unas pocas variedades. El grado de uniformidad era alto y, aunque las variedades dominantes cambiaban en plazos relativamente cortos, no hubo una tendencia clara hacia la uniformidad: a lo largo del periodo, la superficie cubierta con las tres variedades más difundidas en cada momento fluctuó entre el 64 y el 90%.

Cuadro 2. Principales variedades de arroz cultivadas en España (% de la superficie)

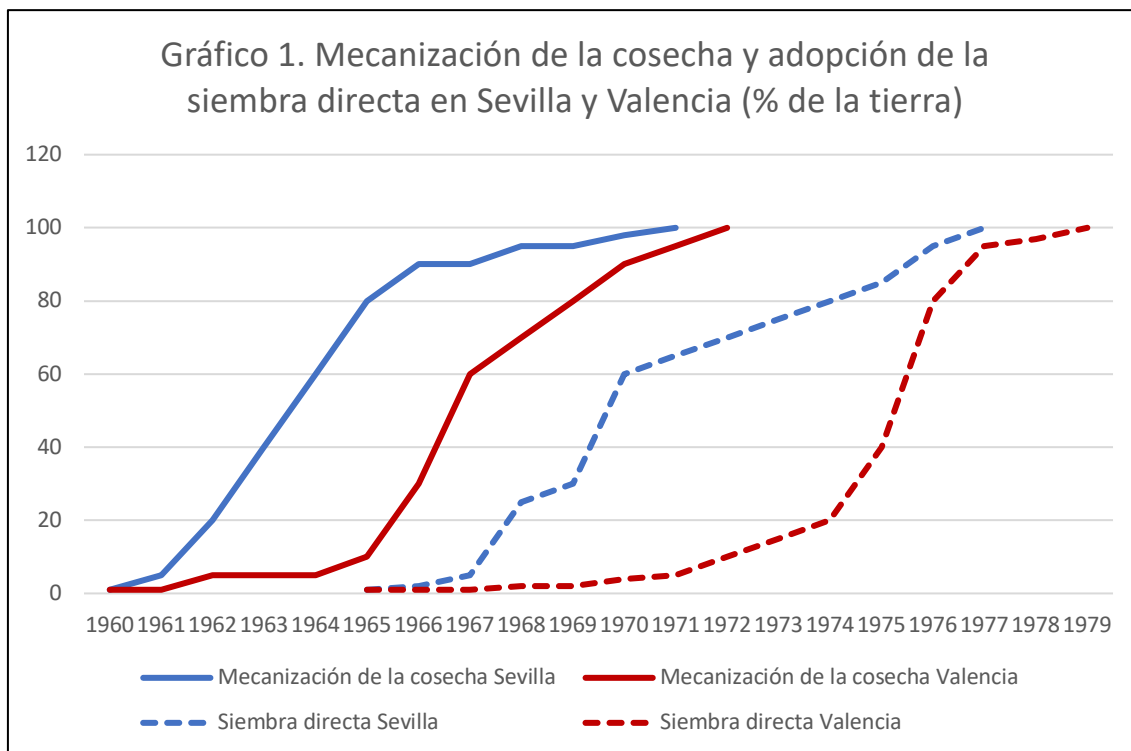
	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980
<i>Benlloch</i>	76,4	16,5	18,3	2,5	1,4	-	-	-	-
<i>Sueca</i>	11,6	5,9	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Americano 1600</i>	1,3	9,8	5,9	7	21,4	2	-	-	-
<i>Precoz Verde (*)</i>	-	39,9	27,2	12,3	6,7	0,5	-	-	-
<i>Balilla</i>	0	2,1	2,3	54,4	34	17,8	3,3	1,6	0,1
<i>Sollana</i>	1,6	17,4	-	4,5	4,3	7,2	0,5		
<i>Bomba</i>	0,6	3,6	-	-	-	0,02	-	0,02	
<i>Stirpe 136 (**)</i>				-	5,8	1,4	-		
<i>Balilla x Sollana (*)</i>	-	-	-	-	-	45,5	28,1	14,2	7,8
<i>Insen x Tremesino (*)</i>	0,5	3,2	-	-	-	-	-		
<i>Matusaka</i>	-	-	-	-	-	10,3	14,4	1,8	0,3
<i>Francés</i>	-	-	-	-	14	7,7	4,7	1,2	0,2
<i>Colusa x Nano (*)</i>	-	-	44,9	18	11,6	3,6	0,7		
<i>Nano x Sollana (*)</i>	-	-	-	-	-	-	0,5		
<i>Girona</i>	-	-	-	-	-	4,4	19,1	10,1	5,1

<i>Sequial (*)</i>	-	-	-	-	-	-	16,4	4,9	5,1
<i>Bahía (*)</i>	-	-	-	-	-	-	10,2	61,6	74,1
<i>Italpatna</i>								3,4	3,9
Otras	8	1,6	1	1,3	0,8		2,1	1,18	3,4

(*) híbrido obtenido en la EAS . (**) híbrido obtenido en Italia

Fuente: Herruzo, 1986: 34-35; López Campos et al., 1969; López Campos et al., 1975: 53. Elaboración propia.

En la década de 1960 se produjo, además, un cambio importante en las prioridades de la investigación, muy vinculado a las transformaciones que experimentaba el cultivo y, en general, el sector agrario, en la época del desarrollismo (Naredo, 1996: 122 y ss.; González de Molina *et al.*, 2019: 201). La tendencia alcista de los salarios rurales dio lugar a un avance muy rápido de la mecanización y, en el caso concreto del arroz, a la adopción de la siembra directa. Si en la década de 1950 el salario real medio en el sector agrario español había aumentado un 45%, en la década siguiente lo hizo un 115% y entre 1970 y 1975 siguió incrementándose, aunque a un ritmo algo menor (Maluquer y Llonch, 2005: 1220-1221). Como consecuencia, el campo español entró en la etapa de adopción de tecnologías ahorradoras de trabajo. Esto tenía repercusiones para las actividades de la EAS: era necesario ahora obtener variedades aptas, por un lado, para la siembra directa y, por otra, para la recolección mecanizada. En este segundo caso las plantas habrían de ser de menor altura y resistentes al encamado (Zaragoza, 2011: 121). Como muestran los gráficos 1 y 2, ambas técnicas destinadas a reducir drásticamente el empleo de trabajo se difundieron con rapidez durante esa década, lo que explica que la sustitución de las variedades se hiciera también en un tiempo corto, como muestra el cuadro 2. En relación con ello, la estructura de las explotaciones estaba cambiando hacia un aumento del tamaño medio que, sin embargo, no eliminó en absoluto el minifundismo de zonas como Valencia. El cuadro 3 permite ver esta evolución, que seguía las huellas de Italia y mostraba grandes contrastes entre las dos principales zonas productoras españolas.



Fuente: Herruzo, 1986: 92-93. Elaboración propia.

Cuadro 3. Tamaño medio de las explotaciones arroceras (hectáreas)

	1965	1972	1977
Valencia	1,1	1,5	1,75
Sevilla-Cádiz	14,9	21,9	27,1
España	1,9	3,2	4,1
Italia	6,1	12,9	16

Fuente: Beltrán, 1984: 77. Elaboración propia.

La adopción de la siembra directa suponía un cambio de gran alcance en el sistema de cultivo. Como ya se ha dicho, la técnica del trasplante era considerada una de las causas de los altos rendimientos del arroz español. A mediados de siglo, la opinión de los especialistas en el cultivo del arroz era claramente favorable al sistema de trasplante. Sus ventajas respecto a la siembra directa habían sido confirmadas para varias regiones de Asia y se cifraban en unos rendimientos entre el 15 y el 40% superiores, además del ahorro de semilla que conllevaba (Grist, 1959: 121). Entre los países occidentales, el trasplante sólo era general en España, mientras en Italia se

practicaba apenas en un tercio de la superficie. Otras regiones con presencia del arroz, como California, practicaban la siembra directa. El carácter muy intensivo en trabajo que tenía el sistema de trasplante motivó ensayos de maquinaria para realizarlo. Sin embargo, los pobres resultados de esta tecnología dejaron la siembra directa como única alternativa al empleo masivo de trabajo (Batalla, 1970: 11).

No es extraño, pues, que el nuevo sistema de cultivo chocara con los saberes establecidos entre los agricultores españoles, para quienes siempre había sido una segunda opción (por ejemplo, en años de escasez de plantel), con pobres resultados en cuanto a los rendimientos (Ballesteros, 2003a: 66). El apego al trasplante estaba muy generalizado, de manera que "...Esta sustitución se ha impuesto por la presión creciente del precio de la mano de obra a pesar de la fuerte prevención que los agricultores tenían hacia este sistema de cultivo" (López Campos et al., 1975: 25).

El trasplante estaba relacionado también con el combate de las hierbas competidoras. En Francia, donde la siembra directa se introdujo desde el primer momento, se produjo con posterioridad una vuelta al trasplante tras comprobar que proliferaban las malas hierbas, en ausencia de herbicidas. El trasplante permitía combatir manualmente las hierbas, al reducirse el tiempo de inundación de la tierra. Solo desde 1965 se pudo generalizar allí la siembra directa (Mouret, 1997: 36). Sin embargo, el estancamiento y ligero retroceso de los rendimientos que se produjo durante las dos décadas siguientes ha sido atribuida a las disfunciones introducidas por el nuevo método. Como en todas partes, en España, la siembra directa exigía un mayor uso de herbicidas, lo que constituía, precisamente, uno de los componentes tecnológicos de la Revolución verde.

Desde el punto de vista de las variedades, la producción comenzaría a centrarse en aquellas mejor adaptadas al cambio en las técnicas de cultivo. Así, el *Balilla x Sollana* dejó paso muy pronto a las variedades citadas, que presentaban una mayor resistencia al encamado, eran de talla más baja y ofrecían mejores resultados con la siembra directa.

Había otro factor, externo a las decisiones sobre la variedad adecuada, que influía de manera importante en las posibilidades de la elección. Se trata del sistema de riego. A diferencia de otros cultivos de regadío, la inundación de las superficies de arrozal no la decidían los agricultores de manera individual, sino que eran las comunidades de regantes las que establecían el ciclo de riegos. Las sucesivas entradas y salidas del agua eran simultáneas para grandes extensiones del área regada y ello limitaba el abanico de variedades susceptibles de cultivo a aquellas con un ciclo temporal semejante. Así, las principales variedades cultivadas, por ejemplo, en los años 1960, como *Balilla* o *Balilla x Sollana*, presentaban fechas de siembra, trasplante, floración y maduración casi coincidentes, apenas con pocos días de diferencia (Castells y Ballesteros, 1971: 112-113). Este factor determinaba, por tanto, la creación de nuevas variedades por parte de la EAS, de manera que buena parte de ellas procedían de progenitores comunes, especialmente el *Balilla*.

Además de los criterios centrales que guiaban la investigación, a los que acabamos de referirnos, había otros, más secundarios, que estuvieron también presentes. Uno de ellos afectaba a la variedad *Bomba*, cultivada ya en la zona de Valencia en el siglo XIX. A la altura de la década de 1920, este arroz había sido abandonado por gran parte de los cultivadores a causa de su gran propensión a la *fallà*. Sin embargo, hacia 1925 estaba siendo ensayada en la Estación. Este interés derivaba de "...el gran valor comestible de esta variedad, verdadero origen del prestigio de nuestros arroces en época pasada".²⁷ El diferencial de calidad se traducía en el precio: el arroz *Bomba* se pagaba a unas 60 pesetas el Qm., mientras los arroces comunes se vendían a unas 40 pesetas (García Montesoro, 1929: 169). Los intentos de conservar esta variedad y tratar de mejorar sus rendimientos seguirían vigentes durante todo el siglo XX. En contraste con la relativamente rápida sustitución entre variedades, el *Bomba* nunca desapareció de los campos, aun cuando normalmente tuviera un peso muy reducido en la producción total. Sólo en alguna área muy concreta, como la de Calasparra (Murcia) se consolidó como la variedad dominante. Y, en general, era también el tipo de arroz reservado al autoconsumo (Catalá, Jardí y Plá, 2007:

²⁷ Ibidem.

135). La razón estaba en sus características culinarias, especialmente la absorción de sabor y la escasa adherencia. Aunque, en parte, estos criterios eran subjetivos, la preferencia de los consumidores parece haber desempeñado aquí un papel importante. Se trata de una circunstancia semejante a lo que sucedía en Italia con el apreciado *Carnaroli* (Ballesteros, 2003b: 62). Por todo ello, la variedad *Bomba* siguió en la agenda de la EAS. Se trataba de mejorar sus bajos rendimientos, que derivaban de su talla elevada y la propensión tanto al encamado como a la *fallà*, lo que obligaba a reducir la cantidad de fertilizante.²⁸ Al entrar en el siglo XXI esta variedad seguía cultivándose, sobre todo en Valencia y Calasparra y, en menor medida, en el Delta del Ebro. En las tres zonas sería objeto de su calificación con denominación de origen.

En los años 1960, la investigación sobre variedades se vio afectada también por los criterios comerciales. Algunos híbridos obtenidos en Sueca, que, según criterios agronómicos, reunían condiciones semejantes a los de mayor éxito, apenas tuvieron difusión, como sucedió con *Leda* y *Ullal*. Aquí entraban en juego las características de la demanda. En España se había establecido como modalidad estándar en el consumo el arroz de grano medio y perlado y esta preferencia se imponía a los agricultores por parte de la industria molinera (Ballesteros, 2003a: 67). En algunos momentos del pasado se había mostrado interés por impulsar el cultivo de variedades de grano alargado, sin demasiadas consecuencias. Sin embargo, en la segunda mitad del siglo, la demanda europea de arroces de grano alargado y estrecho estaba afectando ya a la producción de Italia, donde se ensayaban híbridos con estas características, adaptados a clima templado. En España, con menor peso de las exportaciones, esto no era tan urgente, pero esta tendencia afectaba a la posibilidad de recibir y adaptar variedades italianas. Dado el predominio de los arroces de grano corto y ancho, ligado a las preferencias del consumo, el ensayo de nuevas variedades corría el peligro de no contar con aportaciones exteriores (López Campos, 1971: 62). La posibilidad de introducir arroces de grano largo se dejaba, por el momento, para áreas arroceras del sur de la Península, más adecuadas para estas variedades

²⁸ Al finalizar el siglo, el *Bomba* producía menos de 5.000 kg. por hectárea, mientras la mayoría de variedades cultivadas (*Bahia*, *Sénia*, *Tebre*, *Montsianell*) tenían unos rendimientos entre 7.000 y 8.500 kg. [web Cerespain](#).

de origen tropical. Allí se podrían adaptar variedades procedentes del exterior que se descartaban en los ensayos de Sueca. Dos décadas más tarde, hacia 1990, comenzaron a introducirse en Sevilla variedades *Indica*, lo que acababa con el predominio tradicional de tipo *Japonica*. Se trataba, así, de incrementar la exportación, dados los excedentes de producción (Borrero, 1997: 28). En esos momentos, la EAS había asumido también este objetivo (Ballesteros, 1997: 217). Pero la dinámica escapaba ya, en gran medida, a la institución: el *Puntal*, la variedad dominante a principios del siglo XXI en la principal zona productora del país, las Marismas del Guadalquivir, no procedía ya de los laboratorios de Sueca.

Conclusiones

La selección de las variedades de plantas empleadas en el cultivo experimentó un giro decisivo en la segunda mitad del siglo XX, cuando la obtención de variedades de alto rendimiento de algunos cereales básicos se convirtió en una cuestión central para la política agrícola y alimentaria de Gobiernos y organismos internacionales. La urgencia de la explosión demográfica y la preocupación por la pobreza rural en países subdesarrollados dieron una centralidad nueva a este aspecto de la tecnología agraria. Desde el punto de vista técnico, las semillas híbridas fueron el centro de un nuevo paradigma productivo. Sin embargo, este proceso tuvo unos precedentes que cabe remontar, al menos, a los inicios del siglo.

La evolución de las variedades de arroz cultivadas en los arrozales valencianos a lo largo del siglo XX ha permitido reconstruir las características de este recorrido anterior a la Revolución verde. Desde la segunda década del siglo, la creación de la Estación Arrocería de Sueca situó la investigación agronómica institucionalizada en el centro de la selección varietal. Los canales tradicionales de circulación de semillas habían tenido un carácter informal y empírico y dependían con frecuencia de la iniciativa personal de propietarios interesados en el cambio técnico. En cambio, con la aparición de la institución valenciana, la búsqueda de nuevas variedades de arroz adoptó métodos científicos, sistemáticos y estandarizados internacionalmente.

Los canales de circulación de innovaciones varietales eran prácticamente inexistentes en el continente europeo en lo que se refiere al arroz. Sin embargo, el centro valenciano se vinculó desde el primer momento con una institución semejante fundada unos años antes, la Stazione de Riscicoltura de Vercelli y, en menor medida, con los centros de investigación sobre el arroz en la Indochina francesa. Se creó así una red de circulación de semillas y de conocimientos técnicos, en la que los intercambios y la cooperación fueron muy frecuentes. Esto se tradujo en la incorporación de variedades seleccionadas en los otros centros, o en el empleo de variedades extranjeras como progenitores para la realización de cruzamientos. Los híbridos pasaron a ser el centro de la investigación, ya desde los años 1930.

Los objetivos y los resultados de la investigación fueron variando a lo largo del tiempo, conforme se transformaba el sector y cambiaban las exigencias del mercado. Los más destacados fueron: la minimización del impacto de plagas vegetales que, con anterioridad, habían sido recurrentes; el mantenimiento de unos rendimientos medios por hectárea muy elevados en el contexto internacional; la adaptación de las variedades a otros cambios técnicos relevantes en el ciclo de cultivo, como la siembra directa y la siega mecanizada; y la conservación y mejora de variedades de difusión limitada pero apreciadas por razones de calidad o preferencias de la demanda.

El tipo de innovación que comportaba el uso de variedades híbridas podría considerarse, en principio, como un caso típico de difusión tecnológica de arriba abajo, con los técnicos como únicos protagonistas y los cultivadores como meros receptores. Sin embargo, la proximidad geográfica entre investigadores y agricultores, así como la puesta en marcha de mecanismos de difusión que tomaron en cuenta las demandas del sector, obliga a matizar esta visión. La cultura de los expertos no parece, en este caso, haber sido ajena a las preocupaciones de los cultivadores, contrariamente a lo que se ha apuntado muchas veces de la agronomía colonial o postcolonial (Chambers et al., 1991; Tripp, 2001). El hecho de que los híbridos creados en Sueca fueran rápidamente adoptados uno tras otro en una zona dominada por la pequeña propiedad sugiere que la experimentación llevada a cabo por los técnicos tuvo en cuenta las

necesidades de estos cultivadores. Podríamos concluir, en palabras de Jonathan Harwood, que fue *peasant-friendly*.

En su etapa final, la institución comenzó a convivir con la venta de semilla certificada por parte de empresas privadas, con la intervención de las cooperativas en el suministro de semillas y con la creación de nuevos centros de experimentación en otras regiones arroceras españolas. Había finalizado la prolongada centralidad de la Estación en el diseño de las bases biológicas del cultivo.

AGRADECIMIENTOS: Este texto ha contado con la ayuda de los proyectos de los proyectos PGC2018-100017-B-I00 y HAR2016-76814-C2-1-P del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España; y del Proyecto Prometeo 2020/83 de la Generalitat Valenciana. Una primera versión de este trabajo se presenta en el XIII Congreso Internacional de la AEHE (Bilbao, 2022)

REFERENCIAS:

Atack, J., Coclanis, P. y Grantham, G. (2009): "Creating abundance: Biological Innovation and American Agricultural Development. An appreciation and research agenda", *Explorations in Economic History*, 46, pp. 160-167.

Ballesteros, R. (1997): "Mejora del arroz. Criterios y organización", en VV.AA., *Cultivo del arroz en clima mediterráneo*, Sevilla, Junta de Andalucía, pp. 215-222.

Ballesteros, R. (2003a): "El Departamento del Arroz (IVIA)", *Comunitat Valenciana Agraria*, nº 21, pp. 65-69.

Ballesteros, R. (2003b): "La variedad Bomba y las posibilidades de mejorarla", *Comunitat Valenciana Agraria*, nº 21, pp. 59-64.

Batalla, J.A. (1970): *Las malas hierbas del arrozal y los herbicidas para combatirlas*, Valencia, F.S.A.A.E.

Beltrán, E. (1984): *L'arròs*, Valencia, Institució Alfons el Magnànim.

Bonneuil, Ch. y Kleiche, M (1993) : *Du jardin d'essaies colonial à la station expérimentale, 1880-1930*, Paris, CIRAD.

Bonneuil, Ch. y Thomas, F. (1999) : *Gènes, pouvoirs et profits. Recherche publique et régimes de production des savoirs de Mendel aux OGM*, Versailles, Quae.

Borrero, A. (1997): "Cultivo del arroz en las Marismas del Guadalquivir", en VV.AA., *Cultivo del arroz en clima mediterráneo*, Sevilla, Junta de Andalucía, pp. 15-29.

Cabo Villaverde, Miguel (1997): "O labor da Misión Biolóxica de Pontevedra ata 1936 e a reforma da agricultura galega en Cruz Galastegui Unamuno", *Cuadernos de Estudios Gallegos*, XLIV, 109, pp. 103-152.

Calatayud, S. (2000): "Les institucions i l'agricultura: la Granja Escola Experimental de València (1868-1920)", *Recerques*, 41, pp. 109-138.

Calatayud, S. (2002): "Tierras inundadas. El cultivo del arroz en la España contemporánea (1800-1936)", *Revista de Historia Económica*, XX, 1, pp. 39 -80.

Calatayud, S. (2006): "Semillas nuevas. Selección y transferencia de variedades en el cultivo del arroz (Valencia, 1800.1940)", en Michèle Merger, dir., *Transferts de technologies en Méditerranée*, Paris, Presses de l'Université Paris-Sorbonne, pp. 277-292.

Camprubí, Lino (2017): *Los ingenieros de Franco. Ciencia, catolicismo y Guerra Fría en el Estado franquista*, Barcelona, Crítica.

Carreres, R. (2007): "Mejora de variedades de arroz en el IVIA", *Agraria. Revista de información agroalimentaria*, nº 13, pp. 26-29.

Castells, J. (1971): "El Servicio de semilla de la Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España", en Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España, *Jornadas Arroceras 1970*, Valencia, Publicaciones del Departamento de Información, Prensa y Propaganda, pp. 114-122.

Castells, J. y Ballesteros, R. (1971): "Datos fenológicos sobre algunas variedades de arroz cultivadas en España", en *Ibidem*, pp. 106-113.

Catalá, J. y Guillem, X. (2006): "Control de plagas y desarrollo institucional en la estación de Patología Vegetal de Burjassot (Valencia)", *Asclepio*, 58, 1, pp. 249-280.

Catalá, M.M., Jardí, M y Plá, E. (2007): "Evolución de las variedades de arroz cultivadas en el Delta del Ebro durante los últimos 20 años", *Agrícola Vergel*, marzo, pp. 132-135.

Chambers, R, Pacey, A. y Thruup, L.A., eds. (1991): *Farmer First: Farmer innovation and agricultural research*, Londres, Intermediate Technology Publications.

Coclanis, P.A. (2017): "White Rice: The Midwestern Origins of the Modern Rice Industry in the United States", en Francesca Bray et al., ed., *Rice. Global Networks and New Histories*, Cambridge, C. University Press, 2017, pp. 291-317.

Chust, M. (1987): "Cullera 1911: ¿mite o realitat social?", *Quaderns de Sueca*, IX, pp. 87-105.

Federación Sindical de Agricultores Arroceros de España (1971): *Jornadas Arroceras 1970*, Valencia, Publicaciones del Departamento de Información, Prensa y Propaganda.

Felice, E. (2011): *La Società Produttori Sementi, 1911-2011. Alle origine del made in Italy*, Bologna, Il Mulino.

Fernández Prieto, Lourenzo (2007): *El apagón tecnológico del Franquismo. Estado e innovación en la agricultura española del siglo XX*, Valencia, Tirant lo Blanch.

García Guijarro, L. (1934): *Les produits agricoles que l'Espagne exporte*, Madrid, Suc. de Rivadeneyra.

García Montesorro, E. (1929): *El arroz: cultivo y comercio*, Madrid, Espasa Calpe.

González de Molina, M. et al. (2019): *Historia de la agricultura española desde una perspectiva biofísica, 1900-2010*, Madrid, Ministerio de Agricultura.

Grist, D.H. (1959): *Rice*, Londres, Longmans.

Hartmann, H. (2022): "Developing Agriculture, Modernizing Rural Society: Transnational Dimensions of Agricultural Expertise", en L. van der Griff, D. Müller y C.R. Unger, eds., *Living with the Land. Rural and Agricultural Actors in Twentieth-Century Europe*, Berlin y Boston, De Gruyter, pp. 227-249.

Harwood, J. (2012): *Europe's Green Revolution and Others Since. The rise and fall of peasant-friendly plant breeding*, Londres, Routledge.

Harwood, J. (2015): "Did Mendelism Transform Plant Breeding? Genetic Theory and Breeding Practice, 1900-1945", en D. Phillips y S. Kingsland, ed., *New Perspectives on the History of Life Sciences and Agriculture*, Heidelberg, Springer, pp. 345-370.

Harwood, J. (2017): « Global Visions vs. Local Complexity: Experts Wrestle with the Problem of Development », en Francesca Bray et al., ed., *Rice. Global Networks and New Histories*, Cambridge, C. University Press, 2017, pp. 41-55.

Hayami, Y. y Akino, M. (1977): "Organization and Productivity of Agricultural Research Systems in Japan", en Th. M. Arndt, D. Dalrymple y V. W. Ruttan, eds., *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*, Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 29-51.

Herruzo, A.C. (1986): *Evaluación de la investigación agraria: aplicación al caso del arroz en España*, Madrid, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

Kloppenburg, J.R. (1988): *First the Seed. The Political Economy of Plant Biotechnology*, Cambridge, C.U.P.

López Campos, G. (1971): "La contribución de la mejora genética al desarrollo agrícola arrocero", en Federación Sindical, op. cit., pp. 59-65.

López Campos, G. et al. (1970): *Varietades de arroz cultivadas en España*, Valencia, Federación Sindical de Agricultores Arroceros.

López Campos, G. et al. (1975): *El arroz en España*, Valencia, Federación Sindical de Agricultores Arroceros.

Maat, H. (2001): *Science Cultivating Practice. A history of agriculture science in the Netherlands and its colonies*, Wageningen, W. University.

Maluquer de Motes, J. y Llonch, M. (2005): "Trabajo y relaciones laborales", en A. Carreras y X. Tafunell, coord., *Estadísticas históricas de España, siglos XIX y XX*, Madrid, Fundación BBVA, pp. 1155-1245.

McCracken, D.P. (1997): *Gardens of Empire. Botanical Institutions of the Victorian British Empire*, Londres, Leicester University Press.

Marie, R. (1971): "La mejora de variedades de arroz en Francia", en Federación Sindical, op. cit., pp.75-83.

Mateu, E. (1996): “La elección de las técnicas de abonado en el cultivo del arroz en Valencia (1840-1939)”, en R. Garrabou y J.M. Naredo, eds., *La fertilización en los sistemas agrarios. Una perspectiva histórica*, Madrid, Fundación Argentaria, pp. 255-271.

Mouret, J.-C. (1997): “Situación y evolución del cultivo del arroz en Francia”, en VV.AA., *Cultivo del arroz en clima mediterráneo*, Sevilla, Junta de Andalucía, pp. 31-43.

Musset, R. y L. (1942-1944): “Le riz dans le monde”, *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, nº 247-248, pp. 151-180; nº 249-250, pp. 263-306; nº 269-271, pp. 71-83; nº 272-274, pp. 221-282.

Naredo, J.M. (1996): *La evolución de la agricultura en España (1940-1990)*, Granada, Universidad de Granada.

Olmstead, A.L. y Rhode, P.W. (2008): *Creating Abundance. Biological Innovation and American Agricultural Development*, Cambridge, C. U. P.

Palladino, P. (1994): “Wizards and devotees: on the Mendelian theory of inheritance and the professionalization of agricultural science in Great Britain and the United States, 1880-1930”, *History of Science*, 32, pp. 409-444.

Perpiñá Grau, R. (1982): *De economía crítica (1930-1936)*, Valencia, Institució Alfons el Magnànim.

Pinar, Susana (2000): “Sobre genética y plantas. La evolución de los métodos de mejora de plantas en la España anterior a la Guerra Civil”, *Cronos. Cuadernos Valencianos de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, 3 (2), pp. 313-348.

Pinar, Susana (2002): “The Emergence of Modern Genetics in Spain and the Effects of the Spanish Civil War (1936-1939) on Its Development”, *Journal of the History of Biology*, 35, pp. 111-148.

Pinilla, V. (2018): "Agricliometrics and agricultural change in the Nineteenth and Twentieth Centuries", Documento de Trabajo AEHE-1803.

Prévot, V. (1953): "La culture du riz en Camargue", *L'information géographique*, vol. 17, 1, pp. 13-20.

Pujol, J. (2002): "Agricultura y crecimiento económico: las innovaciones biológicas en la cerealicultura europea, 1820-1949", *Revista de Historia Industrial*, 21, pp. 63-88.

Pujol, J. (2011): "Wheat varieties and technological change in Europe, 19th and 20th centuries: new issues in economic history", *Historia Agraria*, 54, pp. 71-103.

REGISTRO de variedades de plantas del INIA, "La selección varietal y el registro de variedades de plantas", en Federación Sindical, op. cit, pp. 98-101.

Saraiva, T. (2010): "Fascist Landscapes: Geneticists, Wheat, and the Landscapes of Fascism in Italy and Portugal", *Historical Studies in the Natural Sciences*, 40, 4, pp. 457-498.

Segers, Y. y Van Molle, L. (2022): "Knowledge and its Networks in Rural Europe: From the Early Eighteenth to the Late Twentieth Century", en *Agricultural Knowledge Networks in Rural Europe, 1700-2000*, Woodbridge, The Boydell Press, pp. 1-25.

Tamborini, Luigi (2018): *Certificazione delle sementi di riso*, Vercelli, C.R.E.A.

Tinarelli, Antonio (1971): "Las variedades de arroz cultivadas en Italia", en Federación Sindical, op. cit., pp. 66-74.

Tripp, R. (2001): *Seed Provision and Agricultural Development. The Institutions of Rural Change*, Londres, Overseas Development Institute.

United States Department of Agriculture (1936): *Yearbook of Agriculture 1936*, Washington.

Van Zanden, J.L. (1991): "The first green revolution: the growth of production and productivity in European agriculture, 1870-1914", *Economic History Review*, XLIV, 2, pp. 215-239.

Walton, J.R. (1999): "Varietal innovation and the competitiveness of the British cereals sector, 1760-1930", *The Agricultural History Review*, vol. 47, 1, pp. 29-57.

Wickizer, V.D. y Bennett, M.K. (1941): *The Rice Economy of Monsoon Asia*, Stanford, S. University Press.

Wieland, Th. (2006): "Scientific Theory and Agricultural Practice: Plant Breeding in Germany from the Late 19th to the Early 20th Century", *Journal of the History of Biology*, 39, pp. 309-343.

Zaragoza, Salvador (2011): *Origen y actividades del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1868-2000*, Valencia

2023

- 01 *The Spanish municipal population database (ESPOP) 1860-1930.*
Francisco J. Beltrán-Tapia, Alfonso Díez-Minguela, Julio Martínez-Galarraga, Daniel A. Tirado Fabregat.
- 02 *Scarring through the German hyperinflation*
Gregori Galofré-Vilà.
- 03 *Impact of privatization on firm performance in Vietnam: A staggered difference-in-differences analysis with heterogeneous treatment effects*
Quang Minh Nguyen.
- 04 *Distribución, demanda y desarrollo. Fundamentos sociales para el análisis del crecimiento económico*
Pablo Marmissolle.
- 05 *Revolución verde en el Mediterráneo: el cambio varietal en el cultivo del arroz en España (1900-1980)*
Salvador Calatayud.

Los documentos de trabajo se pueden descargar en www.ehvalencia.es/dt_ehv
All the working papers may be downloaded from www.ehvalencia.es/dt_ehv